

地球在银道面上运动与理论地质年表

蒋 志

摘 要

本文把关于地质时间界限的经验关系与星系结构的密度波理论联系起来,发现该经验关系相当于地球与银河旋臂交汇的时间条件,从而说明了地史上地球自转角速度变化的周期性成分和地球地质过程的周期特征,并建立起理论地质年表.年表共分三部分:1.显生宙与目前通用的经验地质年表互为对应;2.元古宙反映了目前诸多划分的主要点;3.太古宙包含了迄今所认识的那个时期的重要时间界限.

目前已知的地质年表,不论以地层古生物为根据,还是以地质运动过程为根据,或者以同位素年代测定为根据,都是从经验上划分的.并且,认识较统一的只是显生宙年表.前寒武纪地质年代的划分分歧很大,未来地质年代的划分更无从揣测.如能以显生宙地质年表为基础,统一前寒武纪的划分方案,推测未来地质发展的大阶段,无论在理论上还是在实践上都是有意义的.本文的基本点是从地球在银道面上运动的特点出发,讨论它与地球地质过程周期性的联系,从而建立理论地质年表.

一、地球与银河旋臂的交汇条件

在分析显生宙经验地质年表的时间界限时,作者 1976 年曾得到一组经验公式

$$n_k = 2^{k-1}\xi, \quad (1)$$

$$t_m = -1/\lambda_H, \quad (2)$$

$$\xi = v_0 t e^{\lambda_H t} - \eta. \quad (3)$$

式中 k, n_k 取零或整数, $\lambda_H = 0.028$ (亿年) $^{-1}$, $v_0 = 0.304$ (亿年) $^{-1}$, $\eta = 0.199997 \cong 0.2$, t 为时间,以公元元年为原点.根据星系结构密度波理论的一般概念^[1],分析这一组公式如下:

1. 银河螺旋图样以角速度 Ω_p 旋转,地球伴随太阳以角速度 Ω_s 绕银心旋转.设 $\Omega = \Omega_s - \Omega_p$, θ_0 为 $t = 0$ 时地球在银河螺旋图样上的角坐标,则时间为 t 时地球在银河螺旋图样上的角坐标是

$$\theta = \Omega \cdot t + \theta_0. \quad (4)$$

考虑 Ω (即 Ω_p 或 Ω_s) 随时间演化,相对变化率为 λ_H , 即

$$\frac{1}{\Omega} \frac{d\Omega}{dt} = \lambda_H \text{ 或 } \Omega = \Omega_0 e^{\lambda_H t} \quad (5)$$

的情形。把(5)式代入(4)式,并设

$$\xi = \frac{\theta}{2\pi}, \nu_0 = \frac{Q_0}{2\pi}, \eta = \frac{\theta_0}{2\pi},$$

则得到(3)式。

2. 早期二维密度波理论认为 $\lambda_R \sim 0$, 最近的三维密度波理论允许 $\lambda_H \sim 10^{-10} - 10^{-11}$ (年) $^{-1}$ 。这与(3)式的要求一致,因为那里 $\lambda_H = 2.8 \times 10^{-10}$ (年) $^{-1}$ 。

3. 太阳或即地球绕银心的旋转速度为 250 公里/秒,银心距为 10 ± 0.8 千秒差距,而一般认为 Q_p 的过去取值稍大,这里取 $Q_p \cong 9 \pm 1$ (公里/秒)(千秒差距) $^{-1}$, 则 $\nu_0 \cong 0.22 - 0.32$ (亿年) $^{-1}$, 与(3)式中 ν_0 值接近。

4. $\eta \cong 0.2$ 相当 $\theta_0 = -72^\circ$, 这正是目前太阳系即地球正向银河系一个巨大旋臂趋近的直观描述。

5. 在密度波理论中,星系旋臂的级次用 m 表示。从现象上看,如果 m 级旋臂存在,则在两相邻 m 级旋臂的中间位置上,有更大可能存在着次级旋臂。因为这个位置是两相邻 m 级旋臂扰动引力场的平衡位置,利于次级旋臂保存。这一特点使得旋臂级次 m 可表示为 $m_k = 2^{k-1}$, $k = 1, 2, 3, \dots$ 。则从(4)式看,地球与银河旋臂交汇的条件应是

$$m_k \theta = 2n_k \pi, \quad n_k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (6)$$

由(6)式及前述关于 ξ 的定义,可得(1)式。

6. (2)式是(3)式的极值位置。因为可由 $\frac{d\xi}{dt} = 0$ 求得。

表1 地球在银道面上的位置与地史上的构造运动

$-n_1$	$-n_2$	$-n_3$	$-t$ (亿年)	地球在银道面上的位置	构造运动
0	0	0	-0.65	$m_1 = 1$ 级旋臂上	(未来的构造运动)
		1	0.25	$m_3 = 4$ 级旋臂上	喜马拉雅运动
		2	1.02	$m_2 = 2$ 级旋臂上	燕山运动
1	2	3	1.91	$m_3 = 4$ 级旋臂上	印支运动
		4	2.84	$m_1 = 1$ 级旋臂上	海西运动
		5	3.85	$m_3 = 4$ 级旋臂上	广西运动
		6	4.91	$m_2 = 2$ 级旋臂上	加里东运动
		7	6.04	$m_3 = 4$ 级旋臂上	兴凯运动
2	4	8	7.25	$m_1 = 1$ 级旋臂上	澄江运动
		9	8.57	$m_3 = 4$ 级旋臂上	晋宁运动 ⁽²⁾
		10	10.01	$m_2 = 2$ 级旋臂上	芹峪运动
3	6	11	11.61	$m_3 = 4$ 级旋臂上	?
		12	13.41	$m_1 = 1$ 级旋臂上	东川运动
		13	15.47	$m_3 = 4$ 级旋臂上	?
		14	17.94	$m_2 = 2$ 级旋臂上	吕梁运动
		15	21.06	$m_3 = 4$ 级旋臂上	五台运动
4	8	16	25.59	$m_1 = 1$ 级旋臂上	鞍山运动
$-t_m = 1/\lambda_H$			35.71	转变点 ⁽¹⁾	萨蒙运动

(1) 地球在银河螺旋图样上由逆行到正行的转变点。

(2) 晋宁运动有两期,此为约 8 亿年前的一期。

7. 银河旋臂所在的位置是螺旋扰动引力场的势阱位置. 地球通过银河旋臂时, 扰动引力场将对地球产生引潮效应. 而地球的能量平衡是建立在以引力为主的吸引和以热 (主要是放射性热) 为主的排斥相平衡上. 地球经过银河旋臂时, 扰动引力场将破坏这种平衡, 而使地球发生一幕幕构造运动. 事实上, 地史上主要构造运动发生的时间确实与地球处于 m_k 级旋臂上的时间 (即 $n_k = 0$ 或整数对应的时间) 相一致 (表 1).

8. 银河旋臂既是物质密集区, 又是扰动引力场的势阱区, 太阳系经过银河旋臂时, 空间对太阳辐射的吸收势必增强, 太阳系内部的运动状态和地球本身运动的态势也会变化, 引起地球表面接受到的辐射强度发生变化, 从而影响地表的气候. 事实上, $n_1 = -4, -3, -2, -1$ 所对应的时间为 $-25.59, -13.41, -7.25, -2.84$ 亿年前后, 确实对应着地史上的大冰期^[2].

9. 密度波理论指出, 恒星诞生在星系旋臂上. 在 -35.71 亿年以前, (1) 式中 $n_1 = -4$ 相当于 -48.20 亿年. 如果把太阳系在 $m_1 = 1$ 级旋臂上的这个时间作为太阳系形成的时间显然是合理的, 因为这既接近太阳系元素年龄的下限 (50 亿年), 又接近太阳系陨石年龄的上限 (47 亿年). 又可进一步指出, 太阳系诞生的旋臂就是目前太阳系向其靠近的 $m_1 = 1$ 级大旋臂.

以上这些分析表明, (1)–(3) 式应是地球与银河旋臂交汇的时间条件.

二、对地球地质过程的影响

1. 对地球自转的影响

从 Bullen 模型中^[3], 可得地球内部主要壳层界限的经验关系

$$\rho = \frac{j(j+2)}{15} \bar{R}. \quad (7)$$

式中 ρ 为地心距, $\bar{R}$ 为地球平均半径. 当 $j = 0, 1, 2, 3$ 时, ρ 值为地心、内外地核界限、核-幔界限、地表的地心距. 应用 (7) 式可将地球内部物质密度表示为:

$$\frac{D}{\bar{D}} = a - bj - c \|j\|, \quad (8)$$

式中 $\bar{D}$ 为地球平均密度, $a = 3.150$, $b = 0.361$, $c = 0.689$, $\|j\|$ 表示小于或等于 j 的最大整数. (8) 式与 Bullen 模型一致 (图 1).

由 (7), (8) 式计算地球的总质量和 c 轴自转角动量, 与观测偏差约 1%, 说明这两个经验关系是可用的. 其中, 沿 c 轴自转角动量公式为:

$$C = JM\bar{R}^2\omega. \quad (9)$$

式中 ω 为地球自转角速度, M 为地球总质量, 可视不变量, J 为如下定积分

$$J = \frac{4}{759375} \int_0^3 j^4(j+2)^4(j+1)(a-bj$$

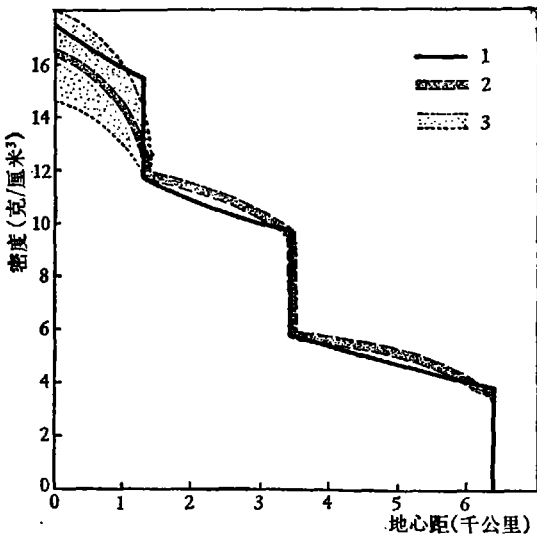


图 1 地球密度径向变化的经验关系

1. (8) 式, 2. Bullen 的最可几值^[3],

3. Bullen 的变化值范围^[3]

$$-c\|j\|)dj. \quad (10)$$

它也可视为常数。即(9)式中随时间变化的可能主要是 C 和 $\bar{R}$ 。

地球在银道面上运动, 银河螺旋扰动引力场对地球的引潮作用犹如地球引力场在(3)式所示的变量 ξ 上波动,

$$\frac{d^2U}{d\xi^2} = -aU. \quad (11)$$

U 又遵循拉氏方程

$$\nabla^2 U = 0. \quad (12)$$

(11)和(12)式相加, 同时考虑前述 m_k 取值特点, 则其在球坐标中的解为:

$$U = \frac{GM}{\rho_0} \left\{ 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{R_0}{\rho_0} \right)^n \sum_{m=0}^n (A_n^m \cos m\lambda + B_n^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta) \right\} \left(1 - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos 2^k \xi \pi \right). \quad (13)$$

大括号中的项为通常的球谐函数。

由(13)式得地球表面的引力位

$$U = \frac{GM}{R_0} \left[1 - \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (A_n^m \cos m\lambda + B_n^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta) \right] \left(1 - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos 2^k \xi \pi \right). \quad (14)$$

地球半径相当

$$R = R_0 \left[1 - \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (A_n^m \cos m\lambda + B_n^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta) \right]^{-1} \left(1 - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos 2^k \xi \pi \right)^{-1}. \quad (15)$$

展开(15)式中的球谐函数项, 取一级近似, 对全球平均, 得地球平均半径

$$\bar{R} = R_0 \left(1 - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos 2^k \xi \pi \right)^{-1}. \quad (16)$$

地球自转角动量公式通常写为:

$$C = I\omega. \quad (17)$$

式中 I 为沿地球自转轴的转动惯量。设地球自转角速度的变化量 $\Delta\omega$ 为:

$$\Delta\omega = \Delta\omega_1 + \Delta\omega_2. \quad (18)$$

由(17), (18)式得

$$\frac{\Delta C}{C} - \frac{\Delta\omega_1}{\omega} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta\omega_2}{\omega}. \quad (19)$$

如果认为 $\Delta\omega_2$ 是地球转动惯量 I 变化引起的地球自转角速度变化, 那么, 按角动量守恒定律, (19)式右端恒为零, 则由其左端得到

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta\omega_1}{\omega}. \quad (20)$$

对于地球来说, (20) 式中如果 $\Delta\omega_1$ 不为零的话, 则通常是由日、月潮汐摩擦引起的, 即

$\Delta\omega_1 = \dot{\omega}_1 \Delta t$, 设 $\alpha = -\frac{\dot{\omega}_1}{\omega}$, 并改写(20)式为微分形式, 积分得

$$C = C_0 e^{-\alpha t}. \quad (21)$$

根据天文计算, 日月潮汐摩擦引起日长变化约为每世纪增加 1 毫秒, 即 $\alpha \cong 0.0116$ (亿

年)⁻¹.

设 $\omega_0 = \frac{C_0}{JMR_0^2}$, 由(9), (16), (21) 式得地球自转角速度公式:

$$\begin{aligned}\omega &= \omega_0 e^{-\alpha t} \left(1 - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos 2^k \xi \pi \right)^2 \\ &\cong \omega_0 e^{-\alpha t} (1 - 2A_1 \cos 2\xi \pi).\end{aligned}\quad (22)$$

取 $\omega_0 = 29.7$ 日/朔望月, $A_1 = 0.0075$, 既与目前的观测相符 (计算与观测均为 29.5 日/朔望月), 又与地史上的情况^[4]相符 (图 2). 从图 2 看, 与 Pannella 等的观测^[4]相符的是(22)减 0.3 日/朔望月. 这个差值可能是用瓣鳃类生长层观测朔望月日数的系统偏差. 因为从图 2 看, 观测值外推到今天也有这样的差值.

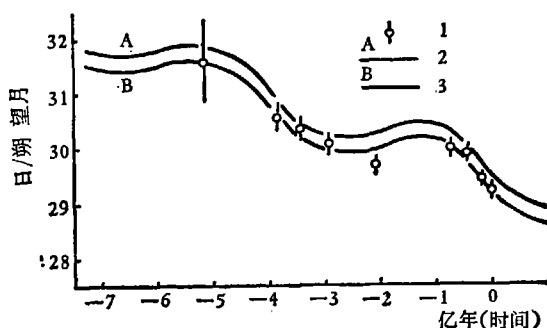


图 2 地史上地球自转角速度变化

1. 根据瓣鳃类生长层观测^[4], 2. (22)式, 3. (22)式的 $\omega - 0.3$.

当 $A_1 = 0.0075$ 时, 还可从 (14), (15) 式推论出:

- (1) 根据 $t = 0$ 时, $\bar{R} = 6370$ 公里, 求得 $R_0 = 6365$ 公里;
- (2) 地球脉动时, 最大半径和最小半径之差约为 95.6 公里, 目前地球半径每年约增加 0.87 毫米;
- (3) 地球表面引力场脉动幅度约为 3%, 目前每年相对减弱 $\sim 10^{-10}$;
- (4) 假定海水体积不变, 地球脉动导致平均海深变化约为 157 米.

这些推论均在目前认识的地球变化的可能值范围内. 其中最后一点, 地质意义是明显的, 如 7 亿年前和 2.8 亿年前地球的膨胀期中, 恰恰对应着震旦纪和石炭-二迭纪两次大海退; 前 4.9 亿年前和 1 亿年前地球的收缩期中, 恰恰对应着寒武-奥陶纪和白垩纪两次全球性大海进, 等等.

2. 对地球上部过程的影响

地球上部所受的主要作用力是地球自转产生的离心惯性力和纬向惯性力. 从地质过程的角度看, 不随时间变化的力终究要被地球的改造建造作用所平衡. 因此, 对离心惯性力将只考虑其随时间变化部分:

$$\Delta f_N = m \sin \theta \int \frac{\partial(\omega^2 R)}{\partial t} dt. \quad (23)$$

纬向惯性力直接表现为时间变化形式:

$$f_T = m \cdot \frac{d(\omega R)}{dt}. \quad (24)$$

对于全球,由(16)和(22)式求得近似关系:

$$\frac{A_1 \pi v_0 (1 + \lambda_H t) e^{\lambda_H t} \sin 2\xi \pi}{\alpha (1 - A_1 \cos 2\xi \pi)} \geq \begin{cases} \frac{1}{4}, & \text{当 } \frac{d\omega}{dt} \geq 0 \text{ 时;} \\ \frac{1}{3}, & \text{当 } \frac{d(\omega^2 R)}{dt} \geq 0 \text{ 时;} \\ \frac{1}{2}, & \text{当 } \frac{d(\omega R)}{dt} \geq 0 \text{ 时.} \end{cases} \quad (25)$$

根据(25)式的解和(23), (24)式可知:

(1) 地史上地球自转长期减慢中,已出现了三个较大的加速期:前11亿年、前6亿年和前2亿年左右;

(2) 地球上部南北方向上水平作用力的变化量长期向极的过程中,已出现了两个向赤道的时期:前6亿年和前2亿年左右;

(3) 地球上部东西方向上水平作用力长期向西的过程中,已出现了一个向东的时期:前2亿年左右.

地球上部水平力场变化的这些时间特点,与目前已知的规模较大的地质运动发生时期相一致,如10—11亿年前,规模较大的构造运动遍布全世界.除我国的芹峪运动外,还有加拿大地盾的 Grenvillian 运动、波罗的地盾的 Dalslandian 运动、中南非的 Kilbaran 运动、澳大利亚的 Musgrave 运动等.6亿年前是经验地质年表的隐生宙和显生宙界限,应是个引人注目的地质剧变时期,如我国有兴凯运动.2亿年前是规模巨大的印支运动高潮期,是现今地球表面构造体系的主要形成期,是“联合古陆”开始解体的时期等.

从显生宙以来大陆飘移的总体方向看^[5,6],也与上述水平力场变化的时间特点相符:前7—5亿年,地球半径收缩、自转加速、水平作用力向赤道向西期中,古大陆在6.5亿年前张开形成古大西洋,靠近北极的澳大利亚向赤道飘移;前5—3亿年,地球半径膨胀、自转减速、水平作用力向极向西期中,4亿年前古大西洋闭合,形成“联合古陆”,已越过赤道的澳大利亚向南极飘移;前2.5—1.3亿年,地球半径收缩、自转加速、水平作用力向赤道向东期中,“联合古陆”解体,冈瓦纳部分逆时针旋转,劳亚部分顺时针旋转,各约20°,印度由南半球向赤道飘移;1亿年以来的地球半径膨胀、自转减速、水平作用力向极向西期中,南北美洲向西运动,重新张开形成大西洋,已越过赤道的印度向北极飘移,等等.

把(23)式中质点质量 m 代以物质密度 D ,把(16)式代入(15)式,展开球谐函数项,近似,则(23)式变为

$$\Delta f_N = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \Delta f_{Nmn}. \quad (26)$$

(26)式中

$$\Delta f_{Nmn} = D \sin \theta (A_n^m \cos m\lambda + B_n^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta) \int \left(\frac{\partial \omega^2 \bar{R}}{\partial t} \right) dt. \quad (27)$$

由(26)式看,地球上部任一点惯性离心力的变化量是一系列力 Δf_{Nmn} 的迭加;从(27)式看,每个力 Δf_{Nmn} 以球谐函数零值为界改变方向和大小.这样的惯性力在地球上部产生的应

力具有区域性特点,或即地质学中所说的区域应力。

王仁指出¹⁾,在目前地球自转变化的条件下,只要应力积累时间达 10^6 — 10^7 年,就可形成全球性构造体系。前面讨论表明,地球自转变化的大周期在 10^8 年左右,因此,其应力积累足以形成全球性的构造体系。特别是在球谐函数零值带附近,区域应力改变方向和大小,当地球自转变化时,引张作用力和挤压作用力将在这些部位交替出现。因此,这些部位应形成特殊构造带。当然,这只有在长期相对稳定的大陆上才会表现明显,如在亚洲大陆,巨纬向构造体系^[7]与 1 到 7 阶带球谐函数的零值带吻合较好(图 3)。这是因为在大陆漂移中,亚洲大陆相对稳定,特别是其南北方向,由于受赤道和北极限制,更为稳定,表现出图 3 的典型情况。

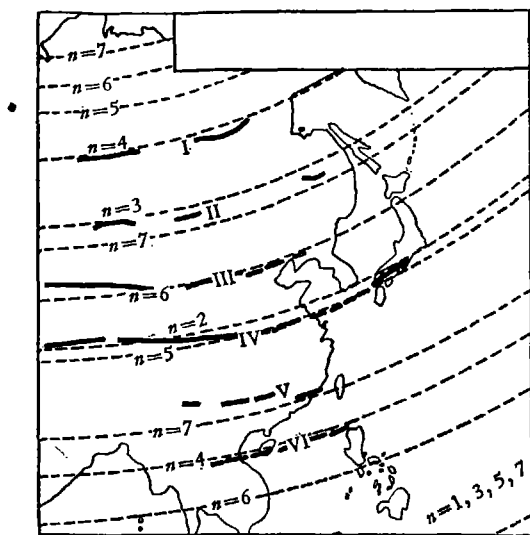


图 3 东亚大陆巨纬向构造体系与球谐函数零值的关系

I—VI. 巨纬向构造带(据李四光),

$n = 2-7, P_n(\cos\theta) = 0$ 的纬度(本文)

3. 对地球表面过程的影响

考虑太阳系通过银河旋臂时可能影响“太阳常数”、太阳及地球运动状态的变化等,并用岁差公式把地球自转与黄赤交角联系起来,从而得地表温度脉动公式

$$T \cong T_a + e^{-\alpha t} \left(T_0 - \sum_{k=1}^{\infty} T_k \cos 2^k \xi \pi \right), \quad (28)$$

式中 T_a , T_0 , T_k 为一系列待定常数, α 和 ξ 同前。在 $k=1$ 时,取 $T_a = -32^\circ\text{C}$, $T_0 = 37.6^\circ\text{C}$, $T_1 = 14.4^\circ\text{C}$, (28) 式与一亿年来高纬度深海区海洋温度同位素观测资料^[8]一致;如取冰期的临界温度为 1.6°C , 则 $k=1$ 时(28)式的解对应地史上的大冰期(参见表 2 的数字)。详细讨论表明,(28)式包含了较短的温度脉动周期以及第四纪以来的主要温度周期,如 $k=5$ 与晚古生代大冰期中三个冰期对应, $k=8$ 与第四纪冰期对应, $k=11$ 与第四纪冰期中的亚冰期对应, $k=14$ 与 40 万年来加勒比海中部表面水综合温度曲线^[8] 以及中国五千年来温度变化趋势^[9]一致, $k=17$ 与北京地区全新世气温变化曲线中脉动成分^[10]一致,等等。

1) 王仁、丁中一、贾晋康,地球自转速率变化推动全球构造运动的可能性,第二届全国构造地质学术会议,1979,4,北京。

表 2 地球在银道面上运动对地表过程的影响

$-t(k, n_k)$ (亿年)	大的海水进退	大的冷暖周期	生物进化的大阶段	
			植 物	动 物
-0.65	大海退	大冰期 (0.0—未来 1.3)	—↑— 被子植物	—↑— 鸟类、哺乳类
1.02	大海进		—↑— 裸子植物	—↑— 爬行类
2.84	大海退	大冰期 (2.1—3.6)	—↑— 陆生孢子植物	—↑— 海生脊椎动物
4.91	大海进		—↑— 海生藻类植物	—↑— 海生无脊椎动物
7.25	大海退	大冰期 (6.4—8.0)	—↑— 多细胞植物出现	—↑— 多细胞动物出现
10.01	大海进		—↑— 动 植 物 分 化 真 核 单 细 胞 生 物 繁 盛	—↑—
13.41	大海退	大冰期 (12.4—14.6)	—↑— 原核生物向真核生物进化	—↑—
17.94	大海进		—↑— 原核生物繁盛	—↑—
25.59	大海退	大冰期 (24.0—27.2)	—↑— 原始生命形式向原核生物进化	—↑—
35.71	大海进		—↑— 原始生命形式形成	—↑—

注： $-t(k, n_k)$ 是当 $k = 1$ 时， $n_1 = 0, -\frac{1}{2}, -1, -1\frac{1}{2}, -2, -2\frac{1}{2}, -3, -3\frac{1}{2}, -4$ 以及 $t_m = -\frac{1}{\lambda_H}$ 计算得；括号中的时间范围是根据(28)式在 $k = 1$ 时解 $T \leq 1.6^\circ\text{C}$ 得。

温度的周期性变化,影响了生物的阶段性进化。此外,地球半径变化和自转变化又影响了地表海水进退。这三者的时间特征是经验地质年表划分的重要依据,综合于表 2。

以上三方面讨论表明,地球在银道面上运动不仅影响整个地球的运动,而且直接或间接地影响地球上部和表部的地质过程,特别是影响其时间特性。

三、理论地质年表的建立

以上讨论表明,通常划分地质时代所依据的主要方面的时间特点,均与地球在银道面上的运动特点有关。因此,应用地球与银河旋臂交汇的时间条件(1),(2),(3),应能建立起理论地质年表。分析(1),(2),(3)式,并与经验地质年表对比,建立理论地质年表还须遵循如下三个规则。

表 3 理论地质年表与地质年表

理 论 地 质 年 表				时 间 界 限 (亿 年)				经验地质年表			
代 $k=1$	亚代 $k=2$	大纪 $k=3$	纪 $k=4$	世 期 $k=5$	计算值 $-t(k, n_k)$	同 位 素	观 测 值	世	纪	代	
$n_1=0$	$n_2=0$	$n_3=0$	$n_4=0$	$k=5 \quad n_5=0$	-0.65						
			第五纪 W	$k=6 \quad n_6=0$	-0.45						
			$n_4=-1$	W_2	-0.25						
			$n_4=-2$	W_1	-0.04						
			$n_4=-3$	Q_2							
			第四纪 Q	Q_{12}	0.015						
			$n_4=-2$	Q_{11}	0.07						
			$n_4=-1$	Q_{10}	0.18						
			第三纪 R	R_{12}	0.28						
			$n_4=-3$	R_{11}	0.38						
			白垩纪 K	K_{12}	0.59						
			$n_4=-4$	K_{11}	0.69						
			Comanchic 纪 M	M_{12}	0.80						
			$n_4=-5$	M_{11}	1.02						
			侏罗纪 J	J_{12}	1.23						
			$n_4=-6$	J_{11}	1.35						
			三叠纪 T	T_{12}	1.46						
			$n_4=-7$	T_{11}	1.68						
				T_{10}	1.79						
				T_{9}	1.91						
				T_{8}	2.02						
				T_{7}	2.14						
				T_{6}	2.37						
				T_{5}							
				T_{4}							
				T_{3}							
				T_{2}							
				T_{1}							
				T_0							
				T_{-1}							
				T_{-2}							
				T_{-3}							
				T_{-4}							
				T_{-5}							
				T_{-6}							
				T_{-7}							
				T_{-8}							
				T_{-9}							
				T_{-10}							
				T_{-11}							
				T_{-12}							
				T_{-13}							
				T_{-14}							
				T_{-15}							
				T_{-16}							
				T_{-17}							
				T_{-18}							
				T_{-19}							
				T_{-20}							
				T_{-21}							
				T_{-22}							
				T_{-23}							
				T_{-24}							
				T_{-25}							
				T_{-26}							
				T_{-27}							
				T_{-28}							
				T_{-29}							
				T_{-30}							
				T_{-31}							
				T_{-32}							
				T_{-33}							
				T_{-34}							
				T_{-35}							
				T_{-36}							
				T_{-37}							
				T_{-38}							
				T_{-39}							
				T_{-40}							
				T_{-41}							
				T_{-42}							
				T_{-43}							
				T_{-44}							
				T_{-45}							
				T_{-46}							
				T_{-47}							
				T_{-48}							
				T_{-49}							
				T_{-50}							
				T_{-51}							
				T_{-52}							
				T_{-53}							
				T_{-54}							
				T_{-55}							
				T_{-56}							
				T_{-57}							
				T_{-58}							
				T_{-59}							
				T_{-60}							
				T_{-61}							
				T_{-62}							
				T_{-63}							
				T_{-64}							
				T_{-65}							
				T_{-66}							
				T_{-67}							
				T_{-68}							
				T_{-69}							
				T_{-70}							
				T_{-71}							
				T_{-72}							
				T_{-73}							
				T_{-74}							
				T_{-75}							
				T_{-76}							
				T_{-77}							
				T_{-78}							
				T_{-79}							
				T_{-80}							
				T_{-81}							
				T_{-82}							
				T_{-83}							
				T_{-84}							
				T_{-85}							
				T_{-86}							
				T_{-87}							
				T_{-88}							
				T_{-89}							
				T_{-90}							
				T_{-91}							
				T_{-92}							
				T_{-93}							
				T_{-94}							
				T_{-95}							
				T_{-96}							
				T_{-97}							
				T_{-98}							
				T_{-99}							
				T_{-100}							
				T_{-101}							
				T_{-102}							
				T_{-103}							
				T_{-104}							
				T_{-105}							
				T_{-106}							
				T_{-107}							
				T_{-108}							
				T_{-109}							
				T_{-110}							
				T_{-111}							
				T_{-112}							
				T_{-113}							
				T_{-114}							
				T_{-115}							
				T_{-116}							
				T_{-117}							
				T_{-118}							
				T_{-119}							
				T_{-120}							
				T_{-121}							
				T_{-122}							
				T_{-123}							
				T_{-124}							
				T_{-125}							
				T_{-126}							
				T_{-127}							
				T_{-128}							
				T_{-129}							
				T_{-130}							
				T_{-131}							
				T_{-132}							
				T_{-133}							
				T_{-134}							
				T_{-135}							
				T_{-136}							
				T_{-137}							
				T_{-138}							
				T_{-139}							
				T_{-140}							
				T_{-141}							
				T_{-142}							
				T_{-143}							
				T_{-144}							
				T_{-145}							
				T_{-146}							
				T_{-147}							
				T_{-148}							
				T_{-149}							
				T_{-150}							
				T_{-151}							
				T_{-152}							
				T_{-153}							
				T_{-154}							
				T_{-155}							
				T_{-156}							
				T_{-157}							
				T_{-158}							
				T_{-159}							
				T_{-160}							
				T_{-161}							
				T_{-162}							
				T_{-163}							
				T_{-164}							
				T_{-165}							
				T_{-166}							
				T_{-167}							
				T_{-168}							
				T_{-169}							
				T_{-170}							
				T_{-171}							
				T_{-172}							
				T_{-173}							
				T_{-174}							
				T_{-175}							
				T_{-176}							
				T_{-177}							
				T_{-178}							
				T_{-179}							
</											

代	二叠纪 P	石炭纪 C	泥盆纪 D	志留纪 S	奥陶纪 O	寒武纪 Є	震旦纪 Z
$n_1 = -1$	$n_2 = -2$	$n_3 = -4$	$n_4 = -8$	$n_5 = -15$	$n_6 = -16$	$n_7 = -17$	$n_8 = -18$
$n_1 = -2$	$n_2 = -3$	$n_3 = -5$	$n_4 = -10$	$n_5 = -21$	$n_6 = -22$	$n_7 = -23$	$n_8 = -24$
$n_1 = -3$	$n_2 = -6$	$n_3 = -12$	$n_4 = -13$	$n_5 = -14$	$n_6 = -25$	$n_7 = -26$	$n_8 = -27$
$n_1 = -4$	$n_2 = -7$	$n_3 = -14$	$n_4 = -29$	$n_5 = -30$	$n_6 = -31$	$n_7 = -32$	$n_8 = -33$
$n_1 = -5$	$n_2 = -8$	$n_3 = -16$	$n_4 = -17$	$n_5 = -18$	$n_6 = -19$	$n_7 = -20$	$n_8 = -21$
$n_1 = -6$	$n_2 = -9$	$n_3 = -17$	$n_4 = -18$	$n_5 = -19$	$n_6 = -20$	$n_7 = -21$	$n_8 = -22$
$n_1 = -7$	$n_2 = -10$	$n_3 = -18$	$n_4 = -19$	$n_5 = -20$	$n_6 = -21$	$n_7 = -22$	$n_8 = -23$
$n_1 = -8$	$n_2 = -11$	$n_3 = -19$	$n_4 = -20$	$n_5 = -21$	$n_6 = -22$	$n_7 = -23$	$n_8 = -24$
$n_1 = -9$	$n_2 = -12$	$n_3 = -20$	$n_4 = -21$	$n_5 = -22$	$n_6 = -23$	$n_7 = -24$	$n_8 = -25$
$n_1 = -10$	$n_2 = -13$	$n_3 = -21$	$n_4 = -22$	$n_5 = -23$	$n_6 = -24$	$n_7 = -25$	$n_8 = -26$
$n_1 = -11$	$n_2 = -14$	$n_3 = -22$	$n_4 = -23$	$n_5 = -24$	$n_6 = -25$	$n_7 = -26$	$n_8 = -27$
$n_1 = -12$	$n_2 = -15$	$n_3 = -23$	$n_4 = -24$	$n_5 = -25$	$n_6 = -26$	$n_7 = -27$	$n_8 = -28$
$n_1 = -13$	$n_2 = -16$	$n_3 = -24$	$n_4 = -25$	$n_5 = -26$	$n_6 = -27$	$n_7 = -28$	$n_8 = -29$
$n_1 = -14$	$n_2 = -17$	$n_3 = -25$	$n_4 = -26$	$n_5 = -27$	$n_6 = -28$	$n_7 = -29$	$n_8 = -30$
$n_1 = -15$	$n_2 = -18$	$n_3 = -26$	$n_4 = -27$	$n_5 = -28$	$n_6 = -29$	$n_7 = -30$	$n_8 = -31$
$n_1 = -16$	$n_2 = -19$	$n_3 = -27$	$n_4 = -28$	$n_5 = -29$	$n_6 = -30$	$n_7 = -31$	$n_8 = -32$
$n_1 = -17$	$n_2 = -20$	$n_3 = -28$	$n_4 = -29$	$n_5 = -30$	$n_6 = -31$	$n_7 = -32$	$n_8 = -33$
$n_1 = -18$	$n_2 = -21$	$n_3 = -29$	$n_4 = -30$	$n_5 = -31$	$n_6 = -32$	$n_7 = -33$	$n_8 = -34$
$n_1 = -19$	$n_2 = -22$	$n_3 = -30$	$n_4 = -31$	$n_5 = -32$	$n_6 = -33$	$n_7 = -34$	$n_8 = -35$
$n_1 = -20$	$n_2 = -23$	$n_3 = -31$	$n_4 = -32$	$n_5 = -33$	$n_6 = -34$	$n_7 = -35$	$n_8 = -36$
$n_1 = -21$	$n_2 = -24$	$n_3 = -32$	$n_4 = -33$	$n_5 = -34$	$n_6 = -35$	$n_7 = -36$	$n_8 = -37$
$n_1 = -22$	$n_2 = -25$	$n_3 = -33$	$n_4 = -34$	$n_5 = -35$	$n_6 = -36$	$n_7 = -37$	$n_8 = -38$
$n_1 = -23$	$n_2 = -26$	$n_3 = -34$	$n_4 = -35$	$n_5 = -36$	$n_6 = -37$	$n_7 = -38$	$n_8 = -39$
$n_1 = -24$	$n_2 = -27$	$n_3 = -35$	$n_4 = -36$	$n_5 = -37$	$n_6 = -38$	$n_7 = -39$	$n_8 = -40$
$n_1 = -25$	$n_2 = -28$	$n_3 = -36$	$n_4 = -37$	$n_5 = -38$	$n_6 = -39$	$n_7 = -40$	$n_8 = -41$
$n_1 = -26$	$n_2 = -29$	$n_3 = -37$	$n_4 = -38$	$n_5 = -39$	$n_6 = -40$	$n_7 = -41$	$n_8 = -42$
$n_1 = -27$	$n_2 = -30$	$n_3 = -38$	$n_4 = -39$	$n_5 = -40$	$n_6 = -41$	$n_7 = -42$	$n_8 = -43$
$n_1 = -28$	$n_2 = -31$	$n_3 = -39$	$n_4 = -40$	$n_5 = -41$	$n_6 = -42$	$n_7 = -43$	$n_8 = -44$
$n_1 = -29$	$n_2 = -32$	$n_3 = -40$	$n_4 = -41$	$n_5 = -42$	$n_6 = -43$	$n_7 = -44$	$n_8 = -45$
$n_1 = -30$	$n_2 = -33$	$n_3 = -41$	$n_4 = -42$	$n_5 = -43$	$n_6 = -44$	$n_7 = -45$	$n_8 = -46$
$n_1 = -31$	$n_2 = -34$	$n_3 = -42$	$n_4 = -43$	$n_5 = -44$	$n_6 = -45$	$n_7 = -46$	$n_8 = -47$
$n_1 = -32$	$n_2 = -35$	$n_3 = -43$	$n_4 = -44$	$n_5 = -45$	$n_6 = -46$	$n_7 = -47$	$n_8 = -48$
$n_1 = -33$	$n_2 = -36$	$n_3 = -44$	$n_4 = -45$	$n_5 = -46$	$n_6 = -47$	$n_7 = -48$	$n_8 = -49$
$n_1 = -34$	$n_2 = -37$	$n_3 = -45$	$n_4 = -46$	$n_5 = -47$	$n_6 = -48$	$n_7 = -49$	$n_8 = -50$
$n_1 = -35$	$n_2 = -38$	$n_3 = -46$	$n_4 = -47$	$n_5 = -48$	$n_6 = -49$	$n_7 = -50$	$n_8 = -51$
$n_1 = -36$	$n_2 = -39$	$n_3 = -47$	$n_4 = -48$	$n_5 = -49$	$n_6 = -50$	$n_7 = -51$	$n_8 = -52$
$n_1 = -37$	$n_2 = -40$	$n_3 = -48$	$n_4 = -49$	$n_5 = -50$	$n_6 = -51$	$n_7 = -52$	$n_8 = -53$
$n_1 = -38$	$n_2 = -41$	$n_3 = -49$	$n_4 = -50$	$n_5 = -51$	$n_6 = -52$	$n_7 = -53$	$n_8 = -54$
$n_1 = -39$	$n_2 = -42$	$n_3 = -50$	$n_4 = -51$	$n_5 = -52$	$n_6 = -53$	$n_7 = -54$	$n_8 = -55$
$n_1 = -40$	$n_2 = -43$	$n_3 = -51$	$n_4 = -52$	$n_5 = -53$	$n_6 = -54$	$n_7 = -55$	$n_8 = -56$
$n_1 = -41$	$n_2 = -44$	$n_3 = -52$	$n_4 = -53$	$n_5 = -54$	$n_6 = -55$	$n_7 = -56$	$n_8 = -57$
$n_1 = -42$	$n_2 = -45$	$n_3 = -53$	$n_4 = -54$	$n_5 = -55$	$n_6 = -56$	$n_7 = -57$	$n_8 = -58$
$n_1 = -43$	$n_2 = -46$	$n_3 = -54$	$n_4 = -55$	$n_5 = -56$	$n_6 = -57$	$n_7 = -58$	$n_8 = -59$
$n_1 = -44$	$n_2 = -47$	$n_3 = -55$	$n_4 = -56$	$n_5 = -57$	$n_6 = -58$	$n_7 = -59$	$n_8 = -60$
$n_1 = -45$	$n_2 = -48$	$n_3 = -56$	$n_4 = -57$	$n_5 = -58$	$n_6 = -59$	$n_7 = -60$	$n_8 = -61$
$n_1 = -46$	$n_2 = -49$	$n_3 = -57$	$n_4 = -58$	$n_5 = -59$	$n_6 = -60$	$n_7 = -61$	$n_8 = -62$
$n_1 = -47$	$n_2 = -50$	$n_3 = -58$	$n_4 = -59$	$n_5 = -60$	$n_6 = -61$	$n_7 = -62$	$n_8 = -63$
$n_1 = -48$	$n_2 = -51$	$n_3 = -59$	$n_4 = -60$	$n_5 = -61$	$n_6 = -62$	$n_7 = -63$	$n_8 = -64$
$n_1 = -49$	$n_2 = -52$	$n_3 = -60$	$n_4 = -61$	$n_5 = -62$	$n_6 = -63$	$n_7 = -64$	$n_8 = -65$
$n_1 = -50$	$n_2 = -53$	$n_3 = -61$	$n_4 = -62$	$n_5 = -63$	$n_6 = -64$	$n_7 = -65$	$n_8 = -66$
$n_1 = -51$	$n_2 = -54$	$n_3 = -62$	$n_4 = -63$	$n_5 = -64$	$n_6 = -65$	$n_7 = -66$	$n_8 = -67$
$n_1 = -52$	$n_2 = -55$	$n_3 = -63$	$n_4 = -64$	$n_5 = -65$	$n_6 = -66$	$n_7 = -67$	$n_8 = -68$
$n_1 = -53$	$n_2 = -56$	$n_3 = -64$	$n_4 = -65$	$n_5 = -66$	$n_6 = -67$	$n_7 = -68$	$n_8 = -69$
$n_1 = -54$	$n_2 = -57$	$n_3 = -65$	$n_4 = -66$	$n_5 = -67$	$n_6 = -68$	$n_7 = -69$	$n_8 = -70$
$n_1 = -55$	$n_2 = -58$	$n_3 = -66$	$n_4 = -67$	$n_5 = -68$	$n_6 = -69$	$n_7 = -70$	$n_8 = -71$
$n_1 = -56$	$n_2 = -59$	$n_3 = -67$	$n_4 = -68$	$n_5 = -69$	$n_6 = -70$	$n_7 = -71$	$n_8 = -72$
$n_1 = -57$	$n_2 = -60$	$n_3 = -68$	$n_4 = -69$	$n_5 = -70$	$n_6 = -71$	$n_7 = -72$	$n_8 = -73$
$n_1 = -58$	$n_2 = -61$	$n_3 = -69$	$n_4 = -70$	$n_5 = -71$	$n_6 = -72$	$n_7 = -73$	$n_8 = -74$
$n_1 = -59$	$n_2 = -62$	$n_3 = -70$	$n_4 = -71$	$n_5 = -72$	$n_6 = -73$	$n_7 = -74$	$n_8 = -75$
$n_1 = -60$	$n_2 = -63$	$n_3 = -71$	$n_4 = -72$	$n_5 = -73$	$n_6 = -74$	$n_7 = -75$	$n_8 = -76$
$n_1 = -61$	$n_2 = -64$	$n_3 = -72$	$n_4 = -73$	$n_5 = -74$	$n_6 = -75$	$n_7 = -76$	$n_8 = -77$
$n_1 = -62$	$n_2 = -65$	$n_3 = -73$	$n_4 = -74$	$n_5 = -75$	$n_6 = -76$	$n_7 = -77$	$n_8 = -78$
$n_1 = -63$	$n_2 = -66$	$n_3 = -74$	$n_4 = -75$	$n_5 = -76$	$n_6 = -77$	$n_7 = -78$	$n_8 = -79$
$n_1 = -64$	$n_2 = -67$	$n_3 = -75$	$n_4 = -76$	$n_5 = -77$	$n_6 = -78$	$n_7 = -79$	$n_8 = -80$
$n_1 = -65$	$n_2 = -68$	$n_3 = -76$	$n_4 = -77$	$n_5 = -78$	$n_6 = -79$	$n_7 = -80$	$n_8 = -81$
$n_1 = -66$	$n_2 = -69$	$n_3 = -77$	$n_4 = -78$	$n_5 = -79$	$n_6 = -80$	$n_7 = -81$	$n_8 = -82$
$n_1 = -67$	$n_2 = -70$	$n_3 = -78$	$n_4 = -79$	$n_5 = -80$	$n_6 = -81$	$n_7 = -82$	$n_8 = -83$
$n_1 = -68$	$n_2 = -71$	$n_3 = -79$	$n_4 = -80$	$n_5 = -81$	$n_6 = -82$	$n_7 = -83$	$n_8 = -84$
$n_1 = -69$	$n_2 = -72$	$n_3 = -80$	$n_4 = -81$	$n_5 = -82$	$n_6 = -83$	$n_7 = -84$	$n_8 = -85$
$n_1 = -70$	$n_2 = -73$	$n_3 = -81$	$n_4 = -82$	$n_5 = -83$	$n_6 = -84$	$n_7 = -85$	$n_8 = -86$
$n_1 = -71$	$n_2 = -74$	$n_3 = -82$	$n_4 = -83$	$n_5 = -84$	$n_6 = -85$	$n_7 = -86$	$n_8 = -87$
$n_1 = -72$	$n_2 = -75$	$n_3 = -83$	$n_4 = -84$	$n_5 = -85$	$n_6 = -86$	$n_7 = -87$	$n_8 = -88$
$n_1 = -73$	$n_2 = -76$	$n_3 = -84$	$n_4 = -85$	$n_5 = -86$	$n_6 = -87$	$n_7 = -88$	$n_8 = -89$
$n_1 = -74$	$n_2 = -77$	$n_3 = -85$	$n_4 = -86$	$n_5 = -87$	$n_6 = -88$	$n_7 = -89$	$n_8 = -90$
$n_1 = -75$	$n_2 = -78$	$n_3 = -86$	$n_4 = -87$	$n_5 = -88$	$n_6 = -89$	$n_7 = -90$	$n_8 = -91$
$n_1 = -76$	$n_2 = -79$	$n_3 = -87$	$n_4 = -88$	$n_5 = -89$	$n_6 = -90$	$n_7 = -91$	$n_8 = -92$
$n_1 = -77$	$n_2 = -80$	$n_3 = -88$	$n_4 = -89$	$n_5 = -90$	$n_6 = -91$	$n_7 = -92$	$n_8 = -93$
$n_1 = -78$	$n_2 = -81$	$n_3 = -89$	$n_4 = -90$	$n_5 = -91$	$n_6 = -92$	$n_7 = -93$	$n_8 = -94$
$n_1 = -79$	$n_2 = -82$	$n_3 = -90$	$n_4 = -91$	$n_5 = -92$	$n_6 = -93$	$n_7 = -94$	$n_8 = -95$
$n_1 = -80$	$n_2 = -83$	$n_3 = -91$	$n_4 = -92$	$n_5 = -93$	$n_6 = -94$	$n_7 = -95$	$n_8 = -96$
$n_1 = -81$	$n_2 = -84$	$n_3 = -92$	$n_4 = -93$	$n_5 = -94$	$n_6 = -95$	$n_7 = -96$	$n_8 = -97$
$n_1 = -82$	$n_2 = -85$	$n_3 = -93$	$n_4 = -94$	$n_5 = -95$	$n_6 = -96$	$n_7 = -97$	$n_8 = -98$
$n_1 = -83$	$n_2 = -86$	$n_3 = -94$	$n_4 = -95$	$n_5 = -96$	$n_6 = -97$	$n_7 = -98$	$n_8 = -99$
$n_1 = -84$	$n_2 = -87$	$n_3 = -95$	$n_4 = -96$	$n_5 = -97$	$n_6 = -98$	$n_7 = -99$	$n_8 = -100$
$n_1 = -85$	$n_2 = -88$	$n_3 = -96$	$n_4 = -97$	$n_5 = -98$	$n_6 = -99$	$n_7 = -100$	$n_8 = -101$
$n_1 = -86$	$n_2 = -89$	$n_3 = -97$	$n_4 = -98$	$n_5 = -99$	$n_6 = -100$	$n_7 = -101$	$n_8 = -102$
$n_1 = -87$	$n_2 = -90$	$n_3 = -98$	$n_4 = -99$	$n_5 = -100$	$n_6 = -101$	$n_7 = -102$	$n_8 = -103$
$n_1 = -88$	$n_2 = -91$	$n_3 = -99$	$n_4 = -100$	$n_5 = -101$	$n_6 = -102$	$n_7 = -103$	$n_8 = -104$
$n_1 = -89$	$n_2 = -92$	$n_3 = -100$	$n_4 = -101$	$n_5 = -102$	$n_6 = -103$	$n_7 = -104$	$n_8 = -105$
$n_1 = -90$	$n_2 = -93$	$n_3 = -101$	$n_4 = -102$	$n_5 = -103$	$n_6 = -104$	$n_7 = -105$	$n_8 = -106$
$n_1 = -91$	$n_2 = -94$	$n_3 = -102$	$n_4 = -103$	$n_5 = -104$	$n_6 = -105$	$n_7 = -106$	$n_8 = -107$
$n_1 = -92$	$n_2 = -95$	$n_3 = -103$	$n_4 = -104$	$n_5 = -105$	$n_6 = -106$	$n_7 = -107$	$n_8 = -108$
$n_1 = -93$	$n_2 = -96$	$n_3 = -104$	$n_4 = -105$	$n_5 = -106$	$n_6 = -107$	$n_7 = -108$	$n_8 = -109$
$n_1 = -94$	$n_2 = -97$	$n_3 = -105$	$n_4 = -106$	$n_5 = -107$	$n_6 = -108$	$n_7 = -109$	$n_8 = -110$
$n_1 = -95$	$n_2 = -98$	$n_3 = -106$	$n_4 = -107$	$n_5 = -108$	$n_6 = -109$	$n_7 = -110$	$n_8 = -111$
$n_1 = -96$	$n_2 = -99$	$n_3 = -107$	$n_4 = -108$	$n_5 = -109$	$n_6 = -110$	$n_7 = -111$	$n_8 = -112$
$n_1 = -97$	$n_2 = -100$	$n_3 = -108$	$n_4 = -109$	$n_5 = -110$	$n_6 = -111$	$n_7 = -112$	$n_8 = -113$
$n_1 = -98$	$n_2 = -101$	$n_3 = -109$	$n_4 = -110$	$n_5 = -111$	$n_6 = -112$	$n_7 = -113$	$n_8 = -114$
$n_1 = -99$	$n_2 = -102$	$n_3 = -110$	$n_4 = -111$	$n_5 = -112$			

规则 1: 由于 k 是表示银河旋臂级别的, 因此, 根据 k 的大小可划分不同地质时间单位. 与经验地质年表对比, $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ 等, 分别对应地质时间单位中的宙、代、亚代、大纪(相当通常的两个纪)、纪、世、期、时等.

规则 2: 在 k 固定时, n_k 顺序取整数或零, 表示地球顺序通过 m_k 级旋臂. 因此, 应对应同级地质时间单位在地史上顺序出现的时间界限.

规则 3: 经验地质年表世一级地质时间单位, 在理论地质年表上的排列表现出一定的对称性. 如以 Δn_5 表示经验上世的延续(理论上世的延续为 $\Delta n_5 = 1$) 的话, 当(3)式 ξ 值的非整数部份为 0 或 $\frac{1}{2}$ 时, 其前后理论地质年表的两个纪各对应两个经验上的世, 延续方式为:

$$\| \frac{1}{2}, 1 \| \| 1 \frac{1}{2}, \frac{3}{2} \|.$$

当 ξ 的非整数部分为 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{3}{4}$ 时, 其前后理论地质年表的两个纪各对应三个经验上的世, 其延续方式为: $\| 1, \frac{1}{2}, \frac{3}{2} \| \| \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 1 \|$.

规则 3 或称对称规则, 可由地球经过银河螺旋扰动引力场 V_1 的情况来解释: 当 ξ 为 0 或 $\frac{1}{2}$ 时, 地球处于 $\frac{\partial V_1}{\partial \theta} \sim 0$ 的区域, 地球所受的引潮力变化较小, 因而, 地球地质过程变化缓慢,

表现为经验上世的延续较长; 当 ξ 为 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{3}{4}$ 时, 地球处于 $\frac{\partial V_1}{\partial \theta}$ 的极值区域, 地球所受的引潮力变化较大, 因而, 地球地质过程变化较快, 表现为经验上世的延续较短.

根据(1)–(3)式和上述三个规则, 建立起可与同位素年龄观测比较的理论地质年表, 共分三部分:

1. 显生宙理论地质年表, 从 7.25 亿年前到未来 0.65 亿年. 该表(表 3)与目前几个通用的经验地质年表有一一对应关系. 差别仅在于个别的世前移或后移, 特别是经验上的白垩纪, 与理论上的白垩纪、Comanchic 纪相当, 后者也是沿袭一种从前的分法.

2. 元古宙理论地质年表, 从 25.59 亿年前到 7.25 亿年前. 这个时期内地质年代的划分方案已有六十多个, 这里建立的理论地质年表与其中最新的两个方案接近(表 4).

3. 太古宙理论地质年表, 从 48.20 亿年到 25.59 亿年前. 这个时期是地球在银河螺旋图样上运动的迟滞期: 地球在 m_1 级旋臂上形成后, 逆行离开该旋臂约 $71^\circ 47' 2''$, 又正行回到该旋臂. 而理论上一个纪相当 45° 的角距离. 这可能是经验上无法把那个时期细分的原因. 因为那个时期地球并没有多次通过较大的旋臂, 理论上也只能划到纪和世, 但已综合了目前人们认识到的那个时期为数不多的几个时间界限(表 4).

四、结 语

1. 本文提出了地球与银河旋臂交汇的时间界限条件, 进而对主要地质过程的周期特点进行了阐释, 并建立起理论地质年表;

2. 银河扰动引力场对地质过程来说, 毕竟只是引发条件. 地球内部吸引(以引力为主)和排斥(以放射性热为主)的不平衡才是地球运动的根本原因. 因此, 本文的结果不应轻易地推广到太阳系其它天体上去; 就是地球本身, 由于各部分存在差异, 其表现也不会全同;

3. 本文新提出的地质时代名称只是些讨论时必不可少的术语, 合适与否? 须进一步讨论.

表 4 理论地质年表与经验地质年表
(元古宙与太古宙)

元古宙与太古宙 理论地质年表 (本文)					震旦地质年表 ^[12] (中国科学院贵阳地球化学研究所同位素地质室, 1977.)		苏联前寒武纪地层总表 ^[13] (1978)					
显生宙古生代					震旦大纪		峡东纪	库达什系	里 菲 界 (R)	上 元 古 界 (Pr ₂)	元 古 字 (Pr)	
元 古 宙	原 生 代	晚 原 生 代	$n_3 = -8$	7.25	7.0 ± 0.2	7 ± 0.25						
			$n_3 = -9$	8.57	8.5 ± 0.2	卡拉套系						
			$n_3 = -10$	10.01	11.0 ± 0.5	10.5 ± 0.5						
			$n_3 = -11$	11.61	中震旦	尤尔马金系						
			$n_3 = -12$	13.41	14.0 ± 0.5	13.5 ± 0.5						
			$n_3 = -13$	15.47	早震旦	布尔江系						
			$n_3 = -14$	17.94	17.0 ± 0.5	16.5 ± 0.5						
			$n_3 = -15$	21.06	始震旦	(19 ± 1)						
			五台大纪		19.5 ± 0.5	(23 ± 1)						
			$n_0 = -2$	$n_1 = -4$	$n_2 = -8$	$n_3 = -16$	$n_4 = -32$	26 ± 1				
太 古 宙	隐 生 代	晚 始 生 代	泰山		龙泉关世	前 震 旦	(30 ± 1)	卡累利 亚界 (K)				下元 古界 (Pr ₁)
			$n_3 = -65$	27.25	阜平世							
			$n_4 = -33$	$n_5 = -66$	29.45							
			盘古		陆萌世							
			$1/\lambda_H$	35.71	海生世							
			$n_4 = -33$	$n_5 = -66$	42.81							
			混沌		固形世							
			$n_5 = -65$	45.77	聚熔世							
			$n_0 = -2$	$n_1 = -4$	$n_2 = -80$	$n_3 = -16$	$n_4 = -32$		$n_5 = -64$	48.20		

注: 表中时间单位为亿年, 括号中时间为区域地层单位界限。

中国科学院力学研究所谈镐生教授、徐建军、关德相、李荫亭同志对作者有宝贵的启发和帮助; 在本文形成过程中, 张文佑、涂光炽、孙殿卿、王仁教授曾给予关怀、鼓励; 黎彤、李继亮、丛柏林、叶大年、欧阳自远、朱炳泉、刘时藩、徐钦琦、邓乃恭、浦庆余、任纪舜、郑大瑜、徐林山、陈乃勋、赵礼等同志给予帮助、阅读手稿、提出宝贵意见; 作者在此一并表示诚挚的感谢!

参 考 文 献

- [1] 林家翘, 星系螺旋结构理论, 科学出版社, 1977.
- [2] 蒋匡仁, 地质科学, 1976, 1: 21—41.
- [3] Bullen, K. E., 引自《大陆飘移》, 科学出版社, 1975, 24—31.
- [4] Pannella, G., MacClintock, C., Thompson, M. N., *Science*, **162**(1968), 729.
- [5] Dietz, R. S., Holden, J. C., 引自《大陆飘移》, 科学出版社, 1975, 116—129.
- [6] Embley, B. J. J., *J. Geol. Soc. Australia*, **19**(1973), Pt. 4, 475—482.
- [7] 李四光, 中国科学, 1973, 4: 400—429.
- [8] Emiliani, C., *Encyclopedia Geoclim, Envir. Sci.*, V. 4A, 1972, 891—895.
- [9] 竺可桢, 中国科学, 1973, 2: 168—189.
- [10] 陈方吉, 中国科学, 1979, 9: 900—907.
- [11] 刘鸿允等, 中国科学, 1973, 2: 202—212.
- [12] 中国科学院贵阳地球化学研究所同位素地质研究室, 中国科学, 1977, 2: 151—161.
- [13] Семихатов, М. А., *Известия АН СССР Серия Геологическая*, 1979, 11.