

[美] G. E. 威廉斯 主编

# 大旋回

地震出版社



# 大 旋 回

〔美〕G. E. 威廉斯 主编

马宗晋 李存悌 译  
张郢珍 杨玉荣

地 震 出 版 社

1986

## 内 容 提 要

本书选译了G.E.Williams主编的《大旋回》一书中的二十六篇论文,论述了地球和行星发展历史中的长期分幕性。

论文共分为地质构造旋回、古地磁年代、冰期的分幕性、地层的分幕性、地球化学旋回、生命史上的旋回、行星学和宇宙学中的分幕性七部分。

本书可供广大的地质学、天文学等科学部门的科研工作、教学工作,以及从事自然科学多学科相互关系方法论研究的人员参考。

## 大 旋 回

〔美〕G.E.威廉斯 主编

马宗晋 李存悌 译  
张郢珍 杨玉荣

Benchmark Papers in Geology/57  
**Megacycles**  
Long-Term Episodicity in Earth and  
Planetary History  
Hutchinson Ross Publishing Company

责任编辑:李树菁

地 震 出 版 社 出 版

北京复兴路63号

展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 12印张 300千字

1986年9月第一版 1986年9月第一次印刷

印数0001—1,500

统一书号:13180·339 定价:3.10元

## 译者的话

本世纪六十年代地学变革的呼声开始高涨。当时我国的一些地球科学家预测,地学工作的发展趋向是“上天,入地,下海”。李四光在那一时期整理发表的《天文·地质·古生物》一书,部分地反映了这一趋向。

近二十年来,地学首先在下海方面获得突破,使得地学在补充了大量海下新资料的基础上,加强了全球整体性的思维,开始建立新的地球观。从全球构造变动方面提出的板块构造学说即是新地球观的一个代表,但它只是新地球观的一个侧面,是偏于地球历史的晚近时期,着重于运动学和在空间演变方面新观念的概括。可以预言,地学新变革的第二个突破点将是“上天”。当前宇航探测的迅猛发展,除了卫星遥感全球性各类地球物理信息而外,在获取来自太阳系和宇宙空间的各类极为丰富的信息方面为地学展示了光辉的前景。比较行星学、天文地质学、行星动力学等前缘性学科的发展将是新地球观的另一个重要侧面。它在探索地球自形成以来的全部演化历史及相应的宇宙环境方面,在其演化的时间规律性方面,在地球的行星性质方面,大大丰富了地球科学的内容。“入地”工作相对而言是困难的,地下深层的探测,尤其是超万米的深钻为数尚少,但现在已获得的少量地球深部资料也在改变着某些公认的地学观念。近年发展起来的震波成像技术在揭示地幔横向非均匀性与运动结构方面已初步显示了巨大的技术效能。不过,“入地”方面的突破仍然是更为困难的。

地学“上天”方兴未艾。我国的一批预感者在全国科协和有关学会的支持下,于1983年11月召开了第一次“天文、地质、地震、气象等学科交叉讨论会”。内容十分广泛,涉及地学、天文学以及古生物学的基本分支学科。国际科学联合会理事会在1983年11月22日的会议纪要中提出了对地球环境(地质圈)和地球生命进行国际性多学科整体研究的规划建议。这个整体规划包括了陆地、海洋、大气和日地环境的地质圈变化以及陆地和海洋生物圈变化的研究课题。这些变化都是由于物理、化学和生物作用的相互影响而造成的。这个体系一直在以各种时间尺度缓慢重复和突然变化地发展着。今后几十年的任务是加深和增强我们对地质圈和生物圈各部分之间的复杂、微妙相互作用的研究。要扩大已确定的国家研究规划和国际研究规划,就需要通过论述海洋、大气圈、生物圈和日-地环境之间的相互关系来阐明其中的各种控制因素,而且要进行精心的分析研究和论证,以便提出有理论根据的科研战略规划。上述纪要还明确指出,本世纪九十年代将是执行这个国际规划的适当时期。

为了推动我国地球科学的新发展,迎接本世纪九十年代地学前景的到来,对此工作进行系统的调研和理论准备是十分必要的。

《大旋回》一书是论述地球各圈层系统及其相互作用的文集。文集讨论的中心是地球各圈层在其全部发展史中是否存在一定的周期性或旋回性的问题。内容包括:地质构造旋回,古地磁年代学,冰期的分幕性、地层的分幕性,地球化学旋回,生物史上的旋回,行星学和宇宙学中的分幕性演化等七个部分。本书是一本相当系统而全面的资料,反映了原书主编G.E. Williams的洞察力和所付出的巨大劳动。他在总导论中概括介绍了该书所涉及的若干重大科学问题,我们选译了该书的大部分章节,供我国地球科学工作者参考。

翻译工作是分工进行的。导论和第一部分由马宗晋译，第二和第四部分由李存悌译，第三和第七部分由张郢珍译，第五和第六部分由杨玉荣译。译文初稿由译者互校，全部译稿由李存悌统一校订，杨玉荣也作了不少统一名词和修改工作。李树菁对本书的翻译给予了很大帮助，并担任本书的责任编辑。由于本书涉及的专业很广，译校中难免有疏漏和不当之处，尚希读者指正。

马宗晋 1985年10月于北京

# 目 录

|            |       |
|------------|-------|
| 译者的话 ..... | ( I ) |
| 导 论 .....  | ( 1 ) |

## 第一部分 地质构造旋回

|                                                                                                                                                                               |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 编者述评 .....                                                                                                                                                                    | ( 10 ) |
| G. Gastil: 成矿期的时空分布 <i>Am. Jour. Sci.</i> 258:1-16, 30-35(1960) .....                                                                                                         | ( 12 ) |
| S.K. Runcorn: 地幔对流, <i>Nature</i> 195:1248—1249(1962) .....                                                                                                                   | ( 25 ) |
| J. Sutton: 大陆演化中的长周期旋回 <i>Nature</i> 198:731—735(1963) .....                                                                                                                  | ( 27 ) |
| P.E. Damon: 新生代晚期火山活动与构造作用、造山-造陆周期性之间的<br>相互关系 <i>The Late Cenozoic Clacial Ages</i> , K.K. Turekian, ed.<br>New Haven, Conn., Yale Univ. Press, 1971, pp. 15—23, 31—33 ..... | ( 34 ) |
| P.R. Vogt, O.E. Avery, E.D. Schneider, C.N. Anderson,<br>和 D.R. Brace: 海底扩张的不连续性, <i>Tectonophysics</i> 8:285—287,<br>288, 289, 290, 291, 308, 313—317(1969) .....            | ( 41 ) |
| R.L. Larson, 和 W.C. Pitman, 111: 中生代地磁异常在全球范围内的相<br>互关系及其含义 <i>Geol. Soc. America Bull.</i> 83:3645, 3654—3660(1972) .....                                                    | ( 48 ) |

## 第二部分 古地磁年代

|                                                                                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 编者述评 .....                                                                                                              | ( 51 ) |
| E. Irving 和 G. Pullaiah: 地磁场反转, 古地磁地层学以及显生宙的古地<br>磁长期变化幅度 <i>Earth-Sci. Rev.</i> 12:35—36, 37—38, 53, 54—64(1976) ..... | ( 55 ) |
| E. Irving 和 J.K. Park: 转折与超间期 <i>Canadian Jour. Earth Sci.</i><br>9:1318—1324(1972) .....                               | ( 63 ) |
| V.P. Aparin 和 V.S. Vedenkov: 显生宙古地磁极移动速率的周期性变化<br><i>Akad. Nauk SSSR Doklady Earth Sci. Sec.</i> 222:49—50(1975) .....  | ( 68 ) |
| C.M. Carmichael: 地球古地磁场强度概述 <i>Earth and Planetary Sci.</i><br><i>Letters</i> 3:351—354(1967) .....                     | ( 70 ) |

## 第三部分 冰期的分幕性

|            |        |
|------------|--------|
| 编者述评 ..... | ( 73 ) |
|------------|--------|

- J. Steiner 和 F. Grillmair: 冰川形成的银河系成因 *Geol. Soc. America*  
*Bull.* 84:1003—1018(1973) ..... (76)
- G. E. Williams: 周期性的冰川活动与银河弯曲之间的可能联系  
*Earth and Planetary Sci. Letters* 26:361—369(1975) ..... (88)
- W. H. McCrea: 冰期和银河系 *Nature* 255:607—609(1975) ..... (94)

## 第四部分 地层的分幕性

- 编者述评 ..... (98)
- A. Hallam: 显生宙期间北美和苏联海侵的长期变化  
*Nature* 269: 769—772(1977) ..... (102)
- P. R. Vail, R. M. Mitchum, J. S. Thompson, III: 海平面相对变化与全球性旋回(地震地层学和全球性的海平面变化一文中第四部分) *Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem.* 26, pp. 83—85(1977) ..... (107)
- J. Eichler: 前寒武纪条带含铁建造的成因 *Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits*, vol. 7, K. H. Wolf ed. Amsterdam, Elsevier 1976, pp. 157—159, 163—166 ..... (110)
- R. M. Garrels 和 F. T. Mackenzie: 沉积岩类型: 作为地质年代函数的相对比例 *Science* 163:570—571(1969) ..... (114)
- P. A. Rona: 与海平面升降有关的海洋沉积中世界性不整合  
*Nature Phys. Sci.* 244:25—26(1973) ..... (116)

## 第五部分 地球化学旋回

- 编者述评 ..... (118)
- J. N. Weber: 由淡水灰岩氧同位素分析所获得的  $\delta^{18}\text{O}$ -时间趋势变化的古气候含义 *Nature* 203:969—970(1964) ..... (123)
- J. N. Weber: 整个地质时期海洋和大气圈中碳储层同位素组成的可能变化  
*Geochim. et Cosmochim. Acta* 31:2343—2351(1967) ..... (125)
- W. T. Holser: 海洋史上灾变性化学事件 *Nature* 267:403—408(1977) ..... (132)

## 第六部分 生命史上的旋回

- 编者述评 ..... (141)
- N. D. Newell: 生命史的演化 *Geol. Soc. America Spec. Paper* 89, pp. 63—66, 69—81, 88—91(1967) ..... (144)

## 第七部分 行星学和宇宙学中的分幕性

|                                                                               |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 编者述评.....                                                                     | (154) |
| M.A.Whyte: 显生宙历史中的转折点, Nature 267:679—682 (1977) .....                        | (159) |
| G.E.Williams: 太阳系起源与长期旋转的地质证据<br>Modern Geol, 3:165—173, 178—181 (1972) ..... | (163) |
| J.F.Lindsay 和 L.J.Srnka: 银河系的尘埃带与月球的土壤<br>Nature 257:776—778(1975) .....      | (171) |
| F.Machado: 脉动式引力作用的地质证据 Nature 214:1317—1318(1967) .....                      | (174) |

# 导 论

## 一、概念演变史

地质旋回这一概念作为现代地质科学的基础首次出现于J.Hutton《地球理论》(1788)一书。他觉察到剥蚀、沉积、成岩和上升等旋回造成了世界连绵不断的变化,“既看不到开始的痕迹,也没有终止的前景”。十九世纪,与古生物学中灾变论截然不同的地质革命和旋回性的概念主要是由M.L.Beaumont, J.D.Dana, E.Hebert, W.Dawson, E.Suess和T.C.Chamberlin等人发展的。E.Beaumont (1829, 1830)提出,欧洲有十二条时代不同各有特色的山系。他认为,快速的抬升起因于地壳内水平力的连续作用。J.D.Dana (1856)写道,大陆的演化、生长和稳定作用都经过了地壳“长期的波动”,而且是“不断重复”。Dana, Hebert (1857)和Dawson (1868)觉察到沉积旋回可能是地壳振荡的结果。如Suess(1904)所说,到十九世纪五十年代后期,许多人把连续的沉积作用和相应的动物群所显示的差异归因于大陆缓慢而广泛的振荡,气候的重复变化或许也与这些振荡有关(若想进一步了解地质学中关于灾变论和旋回性的早期思想,请看C.C.Allritton等所著的《地史哲学》, 1785—1970, Benchmark papers in Geology Vol.14, 1975, )。

1870年Dana提出,山系是经过多次“褶皱、隆起和变质作用”而形成的,其中还夹有多次长时间的地壳引张积累过程。到十九世纪末,Suess在他的杰作《地球的面貌》一书中第一次形成了一个总的工作假说,即全球范围内海平面相对变化的思想。Suess (1904)也觉察到“生命物质演化中巨大而尚未了解的韵律,取决于无机环境的周期韵律”。1898年T.C.Chamberlin提出,地质时代划分的三个主要基础是假定的三个周期性:(1)全球地壳运动;(2)海平面的演变所反映的波动;(3)大气组成的演变和相应的气候变化。所以,到十九世纪行将结束的时候,韵律和分幕的思想在造山作用、造陆作用、地壳振荡、海平面波动、沉积作用,生物演化方面都已基本形成。

二十世纪前半叶,对这些概念曾一再进行研究和讨论,并经过多次激烈的争论。在这段时间里,在构造运动方面提出了长期韵律或周期性的概念,还提出了造陆运动和地壳振荡、海平面变化、气候变化,特别是冰川作用、沉积作用和生物演化。有些作者(Schuchert, 1914; Snider, 1932; Masarovich, 1940; Umbgrove, 1939b, 1942, 1947; Bubnoff, 1948a, 1948b)在上述若干领域内都进行过讨论。

限于篇幅不允许对这五十多年内提出的许多地质的分幕和周期性进行详细讨论。Danbar和Rodgers(1957), Fairbridge(1961), Belousov(1962), Goguel(1962)等提供了有用的总结。关于这段时间的开始和结束时的认识以图表的方式分别表示在图1和图2中。争论的焦点集中在构造运动旋回思想上:Shepard (1923)和Berry (1929)批评了T.C.Chamberlin (1909), R.T.Chamberlin (1914), Joly (1925)等人提出的周期性全球地壳运动的概念,他认为地壳运动是区域性的、分幕性的;Jeffreys(1926, 1928)举地球物理理由反对Joly (1925)的假说,该假说认为全球的岩浆活动和地壳运动是地球内部的放射性热造成的;另

一个在地质科学中很著名的争论是Gilluly (1949,1950) 和Rutten (1949)反对Stille全球构造幕的时间表,他认为造山运动仅具有区域的意义,

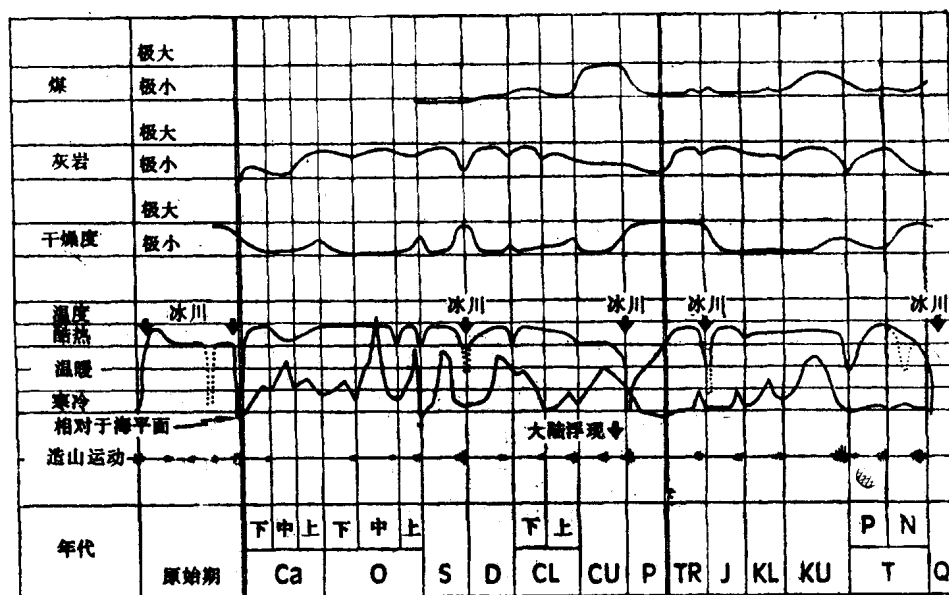


图1 分幕地质事件对比表 (据Schuchert, 1914)

1950年以来,特别是1960年以来,关于长期分幕和旋回性的研究在四个方面大量增加:大地构造古气候、地层和古生物。同时有三个新领域进行了类似的研究:古地磁、稳定同位素地球化学和行星科学。在这七个领域内所进行的这些研究(以本书的七个部分为代表)已经提供了许多补充的和更可靠的证据,说明地球历史中的长期分幕性,并且还揭示了类地行星演化史中也有分幕性,这样作的目的是为了改进地质年代表。许多老的思想已受到现代更定量的研究支持,例如,Stille和Joly的概念,即造山运动和地壳的伸张交替出现,构成全球旋回,已再一次受到重视(论文7); Holmes关于在前寒武纪有大地构造运动的巨旋回的预言已被证实(论文1-7),如Schuchert关于冰川分幕的提议(论文16,17); Grabau的海面旋回脉动原理受到地震地层学的支持(论文22), Barrell关于地层间断和不连续性的概念被用于沉积物的最终贮藏室——海盆(论文26,27),还有Lull的“生命节律”的概念似乎已可成立(论文32和图9)。而且,在Umbgrove及其先辈尚不了解的许多领域都有长期分幕性活动的证据,如:海盆构造和沉积作用,地磁极反向和地极视移动的方向和速率,稳定同位素地球化学,前寒武纪生物演化,生长韵律和地层年代学,还有月球和类地行星的早期历史等。1914和1942年公布的图1、2分别与图3比较时,很显然图3中强调了许多新的发现,它是本书提供资料的图表大纲。关于长期分幕的证据在1914至1947年间的三十三年内只有少量的自然增长,而在1947年以后的三十年内,与图3有关的16篇论文中的12篇代表着新建立起来的学科领域。编者的短评力求说明图3中多种事件之间的相互关系,并讨论所包括的四十篇论文。



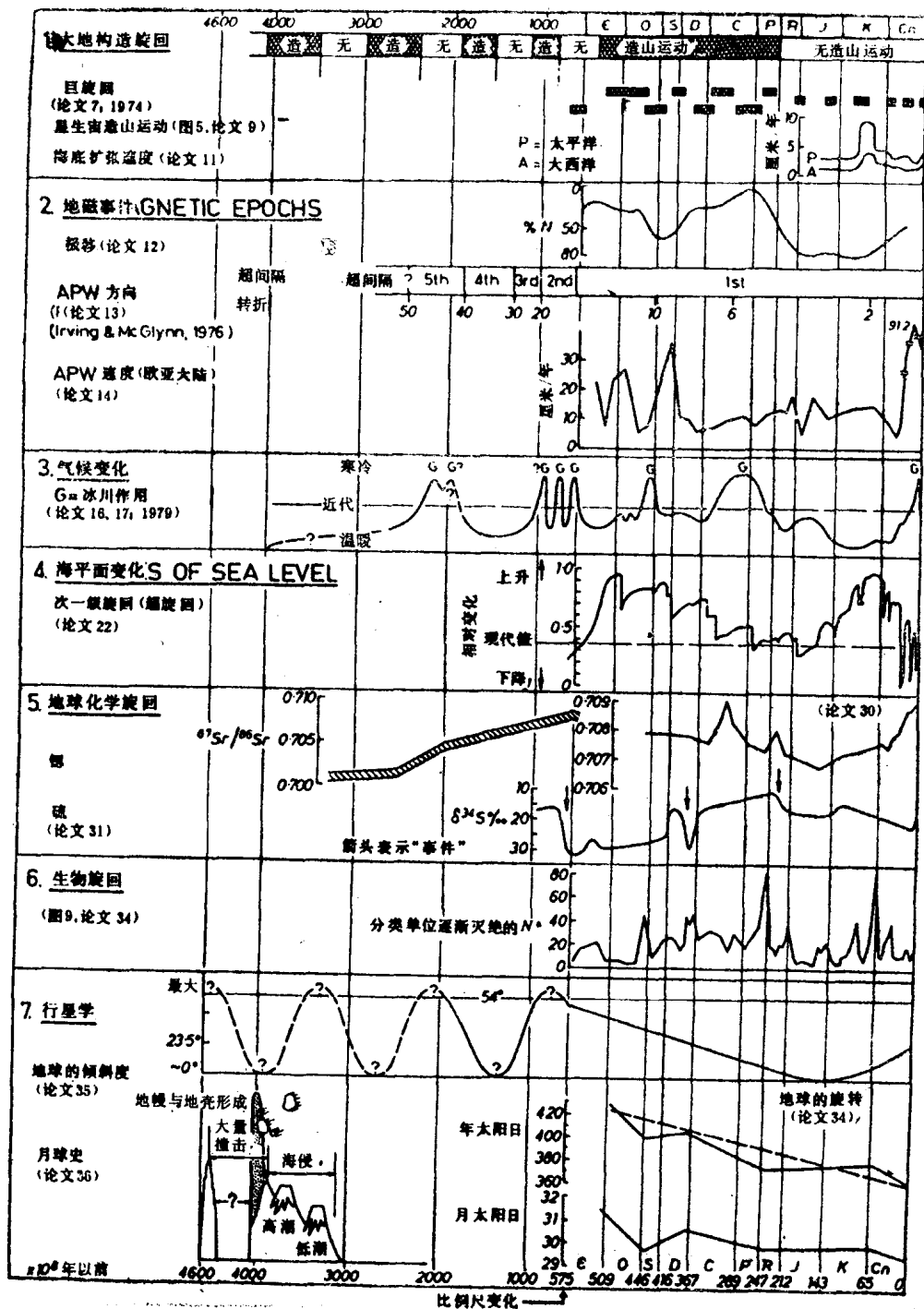


图3 本书所讨论的某些长期分幕事件的图表大纲

资料的主要引自本书的有关文章和图表；其他修订的参考资料和补充工作未包括在内。注意，图中寒武纪开始时比例尺的变换。绝对年龄表据Armstrong和McDowall (1975)

## 二、分幕性和均变论

在地球和行星历史中那些关于长期分幕性重要的证据怎样同均变论的结论相协调? Lyell 学说的四条概念中的三条, 即地质过程的速率和状态的时间上的均匀性, 地质过程时间上的连续性, 长期以来影响了一些地质学家去认识地质历史中分幕性的重要性。L. Conte (1895) 认识到灾变说和均变说两种观点的极端性, 他赞成一种“谐调两种极端的观点, 即地球和生命两者既在逐渐地演化, 又不是均速进行的”。Barrell (1917) 认为, “均变论的假说忽视了长期韵律的存在, 并企图把那些突出的部分平滑掉”; 他认为这些假说只能作为“一种数据面, 用来平滑和测量数据摆动的幅度”。现在又出现了类似的困难。例如, Moorbath (1977a) 承认, 巨大的成岩作用事件表现出是分幕进行的, 他创造了“分幕均变说”; Ager (1973) 在地层学中提倡“灾变均变说”, 不同意把均变论的假说扩大到对月球和类地行星的研究。例如 Masursky (1978) 论述道, 在地史中认识分幕事件“必然是, 或至少是部分建立在均变思想之上”的, 因为事件的记录不能与今天正在进行的那些过程相比拟。

对均变说的不满促使 Gould (1965) 和 Austin (1978) 重新评价 Lyell 的学说。他二人都得到结论, 只有该学说中所固有的唯一的无可争辩的概念是“方法学均变论”的原理, 他断言自然规律是不随时间变化的。Newell (论文 32) 看到, 许多现代地质学家不自觉地将这一原理与地质过程的非均匀速率的概念结合在一起, 但正如 Gould 所指出的 (1965), 方法学的原理属于科学的定义, 它不仅对地质学是如此。许多人倾向于同意 Austin 的意见, 均变论一词“在用于现代地质学研究而描述正式的假说时应当放弃”。

## 三、长期分幕性的成因

在编者述评中讨论了许多关于地质事件分幕性成因的设想。这些设想普遍反映了一种相当特殊的相似性, 他们忽略了那些来源于自己直接观测与研究的领域之外的证据。而要说明不同事件系列之间的成因联系和相互影响以及反馈作用过程的重要性, 就需要进行综合研究。

也许“灾变理论”将来可能用于长期分幕性的研究, 它主要是由 Thom (1975) 发展起来的一种数学方法, 这是一种模拟自然现象中不连续过程的数学方法。Thom 指出他的理论有助于对一些地质现象的成因研究, 如断层、褶皱和岩层的形成。后来, 是 Cubitt、Shaw (1976) 和 Henley (1976) 讨论了该方法在地质学理论上应用的可能性。突变理论更可用于模拟本文集所讨论的另一些现象, 像生物的灭绝 (Lantzy 等 1977)、地磁反向 (Chillingworth 和 Furness, 1975) 和板块构造 (Thom, 1978); 而 Moorbath (1977b) 指出, 它最终可用于对地壳运动分幕性的研究。但是这个理论还受到了数学家 Zahler 和 Sussman (1977) 与地质学家 Borchard 和 Platt (1978) 的批评, 所以正如 Lantzy 等人 (1978) 所总结的, 对于物理学的价值“只有当这个理论能够概括更多可利用的资料, 以便对其物理过程能进行更严格的数学检验时”, 这种理论才能被肯定。

#### 四、旋回性的研究

相当多的地质学家对地球历史中特征明显的分幕事件的连续系列进行了周期性或（严格说）旋回性的研究。但是二十几年以前可靠的地质年代学资料还是不够充分的，不能摆脱解释上的主观性。本世纪五十年代以来，随着绝对年代表的改进和其他分析技术与计算技术的提高，虽然还没有得到长周期性的确定性证据，但较为定量的一些证据已经出现。如包括在本文集中的许多论文所举出的例证，已经在以下一些方面指出了近似周期性的存在：大地构造（论文1, 3—7, 9, 编者短评），地磁极反向（论文12）视极移动速率的变化曲线（论文14），大冰期的时间（论文10, 17和第三部分），海平面变化（论文22），沉积相随时间的分布，（论文24）地球化学资料（论文28, 29），行星动力学的变化（论文34, 35）和引力“常数”的变化（论文40）。再有，如果Hudson (1964) 和Steiner (1979) 关于周期系列中时间规律性的论述是对的，那么在显生宙时期某些生物根本灭绝与地层界线在时间上的明显联系，确实反映了“生命的节律”（论文32和第六部分）。

当然，这些韵律或似韵律之中可能只不过是完整的资料的加工而已，或者只是理解不当造成的。Zeller (1964) 对后一种说法曾经辩解道，有的科学家出于探索和创造的需要（此种需要乃是使其成为科学家的动力），有时可能过分强调（地质上的）言外之意。而另一方面，许多科学家却把间断看成是连续的“弱相关”。只要研究者坚持其工作的客观性，对自己要求严格，那么地球和行星历史的长周期规律性研究就能开拓出新的领域。

例如这些研究有可能查明在所摆出的不同周期之间是否有可公度性。本文集所讨论的许多韵律事件确实指出了“2”的可公度性（表1）。由表可见与Khain的结论（1962）相类似，全球性的主要旋回（论文35—40, 150—200和大约500百万年）是由太阳系内部宇宙过程的共振效应引起的；Longvinenko (1976) 指出长期的构造旋回和沉积旋回有10—20, 30—60, 150—200和500—600百万年的持续时间，它们具有“3”的可公度性；Stashkov (1977) 的研究发现两个主要的在他看来表明构造过程有公倍数为3的周期，这两个周期分别为 $160 \pm 20$

表1 本文集提出长期韵律的周期及其可公度性

| 准周期 (百万年) | 因数   | 事件        | 本文集中的参考文献     |
|-----------|------|-----------|---------------|
| 30—50     | × 1  | 灾绝        | 第一部分论文 9      |
| 70—80     | × 2  | 视极移速率变化   | 论文14          |
| 74        |      | 地球转动变化    | 论文34          |
| 140—170   | × 4  | 大冰期       | 第三部分论文16, 17  |
| 300       | × 8  | 地磁反向的主要时期 | 第二部分论文12      |
| 200—300   |      | 海平面一级变化   | 第四部分论文22      |
| 600—800   | × 16 | 大地构造巨旋回   | 第一部分论文1, 6, 7 |
| 600—800   |      | 重要的月球事件   | 第七部分论文36      |
| 1200—1300 | × 32 | 极长期的气候变化  | 第七部分论文35      |
| 2500      | × 64 | 黄赤高角变化    | 第七部分论文35      |

和640百万年。再有，像在第七部分所讨论的，某些行星事件长期旋回性的证实，对于宇宙学可能具有主要的启示性意义，因为它可能意味着引力常数 $G$ 在很长的时间过程中基本是不变的。

## 五、内生过程和外生过程的对比

根据Khain的资料(1963)，十八世纪俄国诗人和科学家M. V. Lomonosov是第一个认识到地质过程可以分为内部和外部两组(按现代术语即内生过程和外生过程)的人。今天，内生过程(认为地球的内部或地球上基本上是一个封闭系统)和外生过程(外部的或宇宙因素对地球的影响被认为是开放系统)之间的分歧仍在持续，对于它在地球发展历史过程中哪一个作用更重要，意见不一。

在第七部分讨论中，对其他类地行星历史的了解，可能对解决以下问题有所帮助，即内生过程和外生过程哪一个对造成地球事件系列的特征是最主要的？地球与邻近行星上类似事件的韵律的一致将提供强有力的理由，证明外生过程影响的重要性，而韵律的不一致则有利于强调内生过程的控制意义。这方面明确的答案将大大地提高我们对地球的了解程度。W. K. Hartmann在论文38中举例说明不同学科相互靠近的必要。

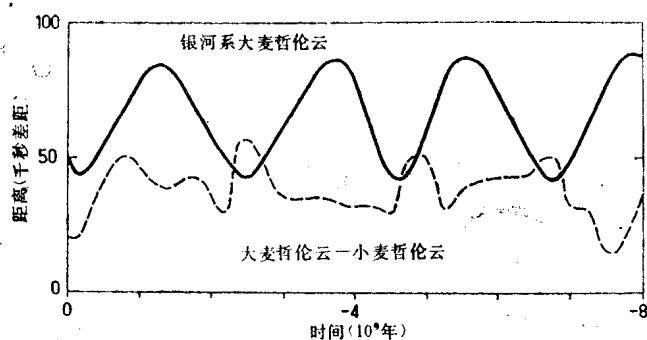
## 六、旋回和银河系

像在第三部分中所回顾的，自从Forbes (1931) 和Umbgrove (1942, 1947) 指出，地球冰期的时间分布与太阳绕银心轨道运行的周期(叫作银河年)可能有成因联系以后，许多人都已经找到了地球事件的视韵律与所计算的太阳银河轨道参数持续时间之间的经验关系。宇宙年一直被认为是200—300百万年长，上述各种假说都与这个时间长短(或者它的分数)的地球视韵律有关，这样的比拟一般来说是缺乏说服力的，因为地质年代的对比有很大的误差，而且关于银河年的持续时间也是不确定的。但是，应用收集在文集的现代地质资料和在论文17中重新计算的宇宙年是300百万年左右的数字，再一次找寻地球宇宙的巧合还是值得一试的。

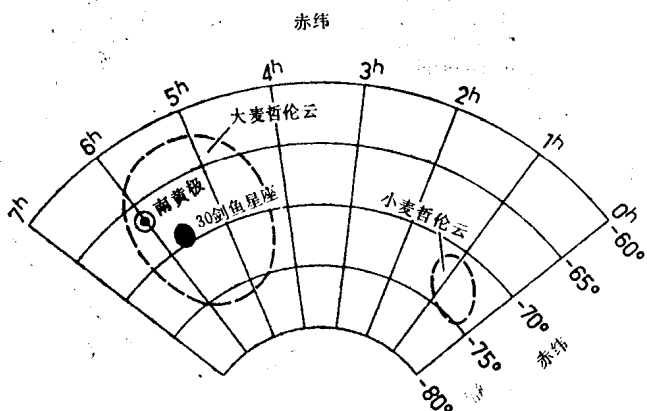
所以，取表1所列各种韵律的表面值，即300百万年，155 ( $\pm 15$ ) 百万年，70—80 百万年，和40百万年，它们就与宇宙年的整周期、半周期、四分之一周期和八分之一周期一致。而且，70—80百万年和40百万年恰好与太阳系相对于银道面的摆动周期和半周期一致(见论文16和17)。

科学家们广泛地假定宇宙年是我们银河系最长的轨道参数。但是现在的天文学研究指出，还有更长的银河韵律存在，那就是大麦哲仑星云围绕银河系的轨道(大麦哲仑和小麦哲仑星云是我们银河系的卫星银河系)。许多天文学家相信银面的弯曲是由于大麦哲仑星云引起的潮汐扰动。滕本等人(1977)用计算机模拟银河系受大小麦哲仑星云的潮汐扰动，采用大麦哲仑星云轨道的几何形状、动力学和银河系质量的不同值，得到了65个大麦哲仑星云轨道周期的测定值。其中63个全周期的平均值是2490百万年，标准偏差是810百万年。他们认为第三、四两部分的资料最适于模拟所观测到的银河系的弯曲，在这种情况下大麦哲仑星云的平均轨道周期是2590 ( $\pm 370$ ) 百万年。因为大麦哲仑星云的轨道扁率很大，这使得它大

约每2500百万年非常靠近银河系一次（见图4A）。以下事实很令人感兴趣：大陆的大地构造巨旋回是600—800百万年；特长周期气候变化尺度（论文35）以及假定的地球的黄道面倾角的整周期（论文35）分别相当于大麦哲仑星云轨道的四分之一周期、二分之一周期和全周期。大麦哲仑星云和太阳系之间的几何关系是由另一个令人感兴趣的一致性所提供的，即黄道面的南极（地球的黄道面南极投影到银道面上）靠近30剑鱼座穿过大麦哲仑星云时，它是我们银河系最重要的质量构成（图4B）。人们可以想像，追踪大麦哲仑星云的黄道南极（和太阳系平面）是在环绕银河系的轨道上运动的，因此，黄道面的倾角就要发生长期的变化，随之造成地球上古气候（论文35）和构造运动的超长期变化（Williams, 1973）。但是大麦哲仑星云要对太阳系产生如此影响，其造成的扭矩似乎太小了。



A.



B.

图4A，银心和大麦哲仑星云之间的距离（以千秒差距为单位）以及大麦哲仑星云之间距离随时间的变化；B，黄道的南极（Ks）相对于大小麦哲仑星云大致边界的位置，相对于巨大的30剑鱼座复杂体的位置（星云资料取自Mathewson和Healey, 1964）

地球和行星历史中重要事件的周期和所计算的银河系周期或者周期的整分数之间的一致性有大量的证据。从地球韵律之中具有一定的可公度性这一点来看，人们可以推想，复杂的“地球交响乐”至少部分地以某种方式反映了太阳系-银河系运动的共振，或者反映了内部

的和宇宙过程的共振 (Khain, 1964)。但是, 这些资料无疑地也可以作另外的解释。而且, 上述观点的描述也像Umbgrove早期对同一论题的评论一样, 希望能同样引起进一步的研究。

## 七、结 论

本文集收集和讨论的证据, 依我看来, 是建立在坚实的基础之上的, 它是以地球和行星历史中许多领域的长期分幕性的原理为根据的, 但是还有许多问题没有解决, 进一步的工作应当直接针对下面一些问题:

1. 不同的大陆事件系列之间在成因上是怎样相互联系的和相互影响的? 反馈作用的重要性如何?
2. 地球、月球和其他行星是否具有共通的事件模型?
3. 特定事件的重复是否真正具有周期性和旋回性? 如果有, 那么不同韵律之间是否存在可公度性?
4. 一些明显的韵律与银河周期是否有关?

回答这些问题不仅能对地球和行星的了解有很大帮助, 对我们的银河系和宇宙学的认识也会有很大益处。那些想要寻找答案的人应当承认展现在地球和行星上的各种事件演化的多种形式, 正象Firbridge (1972) 所说: “自然界与臆想是不相容的”。