

中国地质科学院院报

第 11 号



J
25-0
140

地 质 出 版 社

中国地质科学院院报

第 11 号

地 质 出 版 社

目 录

地球自转与地质体系论.....	高庆华 (1)
中国前寒武系的划分.....	孙大中 陆松年 (17)
北京西山的深部韧性滑脱剪切带.....	许志琴 王方国 符振康 (37)
岩浆包裹体的成因和意义.....	夏林圻 (55)
贵州安龙戈塘氧化带中自然铝的发现.....	姜信顺 李文元 张树新 孟繁义 (79)
氧氢碳稳定同位素综合分析研究及标准样品的测定	金生今 李金城 王成玉 万德芳 王美玉 (89)
鄂西、湘西北二叠纪筴类的古地理分区及其意义.....	林甲兴 (103)
湖北长阳上泥盆统黄家磴组叶肢介和孢子.....	刘淑文 高联达 (113)
问题研究和讨论	
论天津市北部碳酸盐岩地区修建地下水库的可行性	王芸生 许贵森 谭龙章 (129)
关于辽南及苏皖地区震旦系与青白口系的关系.....	张丕孚 (139)
简讯: 二十七届国际地质大会在莫斯科举行.....	(54)
莒县中、上元古界剖面被列为国家级自然保护区.....	(85)
中国地质科学院院报(4—10号)总目录	(149)

中国地质科学院院报

第11号

*

责任编辑: 刘建三 邢瑞玲

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 97/8 字数: 233,000

1985年9月北京第一版·1985年9月北京第一次印刷

印数: 1—2,260册 国内定价: 2.25元

统一书号: 13038·新155

BULLETIN OF THE CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES, NO.11

CONTENTS

On the Rotation of the Earth and the Theory of the Geological System	Gao Qinghua (15)
A Subdivision of the Precambrian of China	Sun Dazhong and Lu Songnian (36)
Ductile Decollement Shear Zone in Xishan of Beijing	Xu Zhiqin, Wang Fangguo and Fan Zhenkang (51)
Origin and Significance of Magmatic Inclusions.....	Xia Linqi (71)
Discovery of Native Aluminium in the Oxidation Zone in Getang, Anlong County, Guizhou Province	Jiang Xinshun, Li Wenkang, Zhang Shuxin and Meng Fanyu (83)
Comprehensive Test for Stable Isotope of Oxygen, Hydrogen and Carbon and Determination of Reference Samples	Jin Shengjin, Li Jincheng, Wang Chengyu, Wan Defang and Wang Meiyu (102)
The Division of Paleogeographic Areas of Permian Fusulinids in Western Hubei and Northwestern Hunan and Their Significance	Lin Jiaying (111)
Conchostracans and Spores of Upper Devonian Huangjiadeng Formation in Hubei Province.....	Liu Shuwen and Gao Lianda (123)
Research and Discussion	
On the Feasibility of Constructing Underground Reservoir in the Carbonate Rocks Region in the North of Jianjin	Wang Yunsheng, Xu Guisen and Tan Longzhang (136)
The Relationship between the Sinian and Qingbaikou Systems of South Liaoning and Jiangsu-Anhui Area	Zhang Pifu (147)
News: The 27th International Geological Congress Holding in Moscow.....	(54)
The Jixian Middle-upper Proterozoic Section in China Ranked as a State-level Natural Conservation Area	(88)
Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, No. 4—10 Contents	(152)

Geological Publishing House
Address: Xisi, Beijing

Chinese Academy of Geological Sciences
Address: Baiwanzhuang, Beijing

地球自转与地质体系论

ON THE ROTATION OF THE EARTH AND THE THEORY OF THE GEOLOGICAL SYSTEM

高 庆 华

(562 综合大队)

内容提要 本文对比分析了各大地构造学说的特点,认为在地球的各种运动形式中,最重要的是地球的自转。地球在其运动中由于向心力和离心力联合力场作用的结果而形成各个圈层,地球表面形态和各圈层的物质在其旋转过程中发生不同形式的运动,而出现各种地质构造现象及相关的自然现象,诸如大气的流动、海水的进退、岩石的形变、地幔物质运动、各层圈物质交换与变化等等。在地球发展演化过程中,地壳的结构和构造也发生了一系列的变化,板块、构造体系、地槽、地洼、断块、大地波浪等大地构造形迹都是由于地球自转中地壳运动的结果。各种地质现象相互联系的总体,称之为地质体系。

一、问题的提出

近代自然科学一个显著的特点是相互渗透、相互补充、相互结合形成新的综合性边缘学科,并有向系统论方向发展的趋势。

回顾地质科学的发展历史,可以看出,地质学的各个分支与其它自然科学的每一次结合,都形成了一支新的地质学科,从而促进了地质科学的发展。古生物学与地层学相结合,形成了古生物地层学;物理学与地质学相结合,形成了地球物理学;化学与地质学相结合,形成了地球化学;力学与地质学相结合,形成了地质力学;数学与地质学相结合,形成了数学地质学;天文学与地质学相结合,形成了天文地质学等等。

随着地质科学各个分支的发展,大地构造学也得以迅猛发展,差不多有十几种有关大地构造的学说和观点,活跃在我国地质界。客观地说,这些学说和观点,都占有一定的实际资料,并对一些地质现象作了系统地理论概括与解释。但是地球是一个整体,存在于地球上的地质现象之间必然存在着某种内在联系。从这一点来看,如果诸学派都是正确的话,倒恰好意味着各个学派都是解释了地质现象的一部分。因此,如何综览诸学派之所长,建立统一的地质体系或地质系统是摆在地质工作者面前的一个十分重要的问题。

自从板块构造说提出以来,在地质界确实引起了轩然大波。这一观点几乎影响到地质学的各个方面。对于板块构造说的成就是人所共睹的。可是,这一学说是否能作为一个核心,对各种地质现象进行系统地解释呢?显然是不行的,譬如,块内不同规模、不同方向、不同时期、不同性质的构造与板块边缘的构造有什么关系?板块的碰撞作用怎么引起如此复杂的构造形象?再如,大量的事实说明地质构造与水圈、气圈物质的运动具有同步性与

周期性,这一事实用推动板块运动的壳内对流又如何解释?诸如此类的问题还有许多,将在后面谈到。所以,应该承认板块说的提出,确实是地质学的一个重大发展,但还要谋求新的观点说明板块构造和其它地质现象及相关的自然现象之间的关系。出于这一目的,笔者在综合分析了各个方面的实际资料后,提出了地球自转与地质体系论的观点,在此扼要提出,以供大家讨论。

二、各种大地构造学说反映的基本事实和值得探讨的问题

有关大地构造问题的论著甚多,它们的基本论据和论点反映了两个重要的规律。

(一) 在空间上地质构造的伸展方位与地球坐标系密切相关

1. 地槽和地台

地球是一个旋转的椭球体^[4],从内向外可分为地核、下地幔、上地幔、地壳、水圈和气圈,每一圈又可进一步分为若干层^①。

地质科学研究的重点是地壳。地壳一般分为洋壳、陆壳及过渡带三种类型。陆壳按各部分的活动程度又可分出若干活动、相对稳定及过渡类型的地带和地区。

典型的活动区称为地槽,是一个长型的、沉降很大的地向斜,褶皱回返后形成褶皱带,往往突出成山。一般近洋壳的边缘,火山活动强,为优地槽;向着大陆的内侧,火山活动微弱为冒地槽。地槽都具有一定的方向性,世界上规模最大的地槽都有一定的方向性,主要为纬向,经向或北东、北西向,如走向近南北的乌拉尔地槽、安第斯地槽、科迪勒拉地槽;走向东西的阿尔卑斯地槽、秦岭地槽、天山地槽;走向北东的阿帕拉契地槽;走向北西的祁连地槽等。

相对稳定的地区称为地台(包括地盾)或克拉通。其中一部分为长条形,与地槽相辅而行,实为地背斜,有明显的方向性。另一部分则为块状或浑圆状。

地台并不是持续稳定的地区,而常常出现“地台活化”现象^[11]。活化有时可席卷地台的全部,也有时在地台中出现不同方向的活动地带。我国主要的活化带为东西向、南北向、北东向或北西向。

槽台概念的建立,在某一特定地质时期描绘了大陆不同地区或地带的活动程度,在地质历史发展过程中说明了某一特定地区活动—稳定—活动多阶段、螺旋式发展的规律。然而地槽是怎样产生的?它为什么有一定的方向性?引起地台活化的原因是什么?控制活化地带位置和方向的原因是什么?这些问题显然是值得进一步探讨的。

2. 关于板块构造问题

近年来许多人将地槽的产生归因于板块运动。的确板块工作者做了大量的工作,提出了许多新颖的、有意义的证据和观点,说明了地块曾发生过大规模的水平运动^[2],也进一步阐明了地槽、褶皱带和许多大规模平移断层的成因,然而进一步推敲,仍然可以发现这一观点在许多问题上还难以解释,例如:

① 李春昱等,1982,板块构造(未刊)。

① 地球中低纬度区的海岭大都作近南北的展布,而在南极则沿纬度呈环带状,为什么有如此明显的方向性呢?按照板块说,势必假定地壳以下发热物质的分布应为南北向,地热流上升后,再做东西向扩张。这种解释必然又引出另一个问题,即地下发热物质为什么做南北向分布,而又恰恰在现在海岭下面聚集?

② 按板块学说,相背扩张的板块,水平漂移一段距离后,将通过俯冲带潜入地下。这一观点对解释东太平洋海岭两侧的板块运动是易于接受的,但是如把大西洋中间海岭、东非大裂谷和印度洋中间海岭也用这一观点解释时,就会遇到不易通过的障碍,因为诸板块似乎是在一个紧挨一个地拉开,看不到板块运动的典型模式。

③ 据统计,东太平洋海岭、印度洋海岭和大西洋海岭的扩张速度,顺走向是不均衡的,几乎都是在低纬度区最大,向南、向北逐渐减小,大致与地球纬度的余弦成正比。试想仅用壳下对流如何解释这种扩张现象呢?

④ 细阅全球构造图可以看出,大西洋中间海岭、美洲西岸的褶皱山脉、太平洋两侧的海沟,都大体呈现反S形,一致反映出赤道以北的地区比赤道以南的地区,相对向西扭动了约1000公里的距离。如果这也是由于壳下对流引起的话,又是什么因素决定赤道以北比赤道以南向西对流的推动力更强大呢?

⑤ 板块边缘的构造线并不一定与其平行,有时斜交,甚至在一个地区出现方向不同的构造线相互叠加在一起的现象,显然它们的形成机制仅用板块的碰撞是难以解释的,必须谋求一条新的途径。

⑥ 最近,板块的研究工作已在大陆区展开,随之又发现了一系列重大问题:例如俯冲带或缝合线,不一定是恒定挤压的,而有时转化为扩张;裂谷也不是任何时候都是拉张性质的,而有时又转化为挤压^①;介于中间的板块,自然也要往返运动,这一现象现在已为多数板块工作者所承认。然而对引起这种现象的动力机制则大都避而不谈,如果我们再考虑到块内的构造现象,显然只用简单的碰撞方式是无论如何难以解释的。

⑦ 板块研究的一个明显的趋势是将板块越分越小,越划越多,以解释大陆上复杂的构造现象。然而分割大大小小板块边界的断裂是怎样产生的呢?众多的板块势必在壳内有相当众多的对流系统,这似乎难以想像。

总之,仅从前述几点以及嗣后还要谈到的一些事实,使我们有理由认为,板块运动只是一种现象,它的起因用壳内对流难以解释,有必要作进一步研究。板块构造与地球自转轴保持一定关系的现象,在研究板块运动机制时是不能忽视的一个重要问题。

3. 断块产生的动力来源是地球自转

断块说^[4]认为板块是断块的一种特殊形式。这个学说认为岩石变形一般是从褶皱到断裂,一旦断裂产生,便对以后的变形起着决定性的作用。并认为,地槽相当于地堑,比较“软”,活动性强;地台相当于断块,比较“硬”,活动性弱;断裂多期活动使地台活化。由于大断裂的方向主要是北东、北西、东西或南北向,与地球的坐标系有关,认为断裂的产生起因于地球自转运动。

4. 地质力学的基本观点和存在的问题

① 李春昱等,1982,板块构造(未刊)。

李四光教授所创造的地质力学^[6,7]认为:地壳上一切地质构造现象都不是孤立的,互有成生联系的构造形迹组成的总体称为构造体系,构造体系即是一定方式的动力作用所产生的一幅应变图像。

构造体系的规模大小不一,有的很小,可只限于一块手标本;有的很大,影响数百、乃至数千公里,地槽、地台、地洼、巨型断裂,海岭(扩张带)、裂谷、俯冲带等都可看作某一巨型构造体系的构造成分。

构造体系影响的深度不一,有的限于地壳表层,有的可深达地幔。

构造体系有等级和序次的分别,小型构造体系受中型构造体系控制;中型受大型控制;大型受巨型控制。也就是说地壳上大大小小的地质构造是一连串的地质现象。

构造体系的活动具有多期性,但一个地区出现的构造体系未必前后一致,因此常出现方向不同和影响范围不一样的构造形迹。结构面的性质亦常转变。

巨型构造体系主要有纬向构造带、经向构造带和其它一些扭动构造体系,它们共同反映出动力作用方向是经向或纬向的。这两种不同方向的力是地球自转不平衡所产生的惯性离心力的水平分力和惯性力。

还应看到,地质力学也不是完美无缺的,目前它所研究的范畴仅仅局限在地壳(确切地说是中国及亚洲东部)表层岩块的机械形变。随着地质力学工作的深入开展,我们又发现构造体系不仅控制了沉积岩和火山岩出露的部位和伸展方向,而且还在相当大的程度上控制了岩相的变化和地球化学分带。是什么原因能使构造影响地球化学分带,也就是构造变动与物质运动是什么关系呢?这些以及其它改造与建造的关系方面,目前地质力学显然研究甚少。

5. 大地波浪运动

镶嵌构造说^[10]认为,地壳上的镶嵌形貌并不是一层“巨大的角砾”,其空间展布、运动变化都好像是几个系统的波浪交织。如中国明显存在两个波系,一是太平洋波系,二是地中海波系。两组波系在中国交织形成了有规律的斜方网状构造格局。波浪运动的特点是具有一定的波长,致使造山带、沉积凹陷带、断裂带、岩浆岩带、变质岩带的分布都具有等间距性。推动大地波浪运动的力,认为来自地球自转。

6. 重力活动的标志——伸展构造

以上介绍的各种观点大都认为地壳运动是以水平运动为主的,但是垂直力的作用亦不能忽视。

八十年代提出的伸展构造^[3]将地壳的构造运动概括为“升、降、开、合、扭”五个字,认为引张作用是全球范围的构造现象,海洋中有些引张构造的规模比挤压构造还要大。大陆同样受到引张作用,发生区域性和局部性的裂陷作用,形成了地堑、裂谷等许多张开和陷落现象。大型的伸展构造可切穿岩石圈,成为岩浆活动通道,各种裂陷盆地是煤和石油等沉积矿产的储集场所。

笔者认为伸展构造的存在是勿容置疑的。但是许多伸展构造在历史发展过程中有时为压性或压扭性,并且同样具有一定的方向性和组合规律,因此研究伸展构造形成的原因时,似应与挤压构造综合考虑,既要考虑经向或纬向的扩张,也要重视纬向或经向的挤压,以及引起这种转变的可能原因。

7. 大陆构造演化的方向性

大量资料证实,地质构造的演化程式和大陆的扩展是有一定的规律和方向性的。例如东亚地区大体是沿东经 105° 线左近,呈弧形自北而南发展的。每一次构造运动都大体是向着弧形的突出方向和外侧,岩浆时代、地层时期愈来愈新,构造活动愈来愈强;中亚至欧洲东部大体是沿东经 60° 线呈弧形自北向南发展的;而美洲大陆西部是向西发展的;澳洲东部是向东发展的,也就是说,地质构造的演化、迁移和大陆扩展的方向也是有一定规律的,即具纬向或经向性。

(二) 在时间上,各种地质构造活动的周期与水圈、气圈活动周期的同步性

前面着重论述了诸学派所描述的地质构造在空间展布和组合方面的规律。不难看出,尽管观点不同,但各自所总结出的规律却无尖锐的矛盾,并有许多相似之处。下面让我们再看一看地质构造活动的时间规律。

多旋回是地质构造活动的普遍规律。大量的工作证实,地壳运动是多旋回的,古生代以来,重要的造山运动分加里东期、海西期、印支期、燕山期、喜山期,每一期又可分为若干幕。伴随着每一次造山运动,都周期性的出现了岩浆活动、变质作用、成矿作用、沉积作用和板块运动。

进一步工作发现,地球水圈中海水进退是周期性的,洋流有周期性的加强与减弱,海水的pH值也有周期性变化。在气圈中,气候的变化是周期性的。在生物圈中,生物的发展有周期性。在地球物理场中也有周期性的变化……。地球发展史中各事物周期性地变化不是简单的重复,而是呈螺旋形向前发展的。

中国大陆自寒武纪以来,经历了三次大规模的海水进退,每一次海进的方向都主要是从南向北的(指阴山带以南地区),海退是从北向南的,而且随着时间的推移,海侵范围一次比一次往南缩小,最后从北向南撤出中国大陆。三叠纪以后,海侵仅限于大陆边缘,中国大部分地区都以陆相沉积为主。一般的规律是大规模的海退之后,激烈的地壳运动随之而来,发生褶皱、断裂与岩浆活动。气候随之变冷,每一次大规模海水进退都引起生物界一次飞跃。

关于各种地质现象的周期变化有很强的相关性已被许多学者所注意。例如,李四光教授早在二十年代就曾指出海水进退的周期,气候的周期与地壳运动的周期是一致的。Максимов (1977) 认为气候变化与古地磁变化周期是一致的。Frakes (1979) 发现晚寒武世至早志留世全球温度、海水变化、造山运动与火山活动,具有较好的同步性。近二千年的地象研究,也反映出地震、火山、气温、海啸和洪水具有同步变化之特征。

综上所述,有两个显著的特点极堪注意。第一,地壳各个部分,除了它们的组成、性质不同导致活动程度不同外,在空间上各种构造形迹大都具有明显的方向性,即多为纬向、经向、北东向、北西向,与地球的自转轴近垂直、平行或斜交对称,反映出推动地壳运动的动力作用方向主要是经向或纬向的。第二,在时间上,构造运动、岩浆活动、海水进退、气候变迁,乃至生物演化都具有多旋回性,其周期是同步的。因此在我们深入探讨地球科学的理论时,必须以全部事实为基础,将地球作为一个整体考虑,只有对各种现象能够系统地、合理地解释的观点,才能用以正确地认识地球地质这个客观世界。

顺便指出,构造的方向性不限于地球,太阳有纬向环带,行星中有些星体,如木星、土星也出现纬向环带状构造,火星、水星、月球其表壳构造大都以断裂为主,如火星断裂主要是北东向、北西向和东西向;水星线性构造以北东向和北西向为主,次为南北向。月球上也广泛发育了线性构造,以北东、北西向为主,次为南北向。这些断裂虽然发生在不同星球上,但与地球上的构造线方位近似,都与它们的自转轴有关。

近代天文地质学的工作发现^[12],地球发展演化过程中的多旋回性或周期性,常与地球自转、月球绕地旋转、地球绕日旋转和太阳绕银心的旋转运动的周期性相关。这些资料使我们产生了这样的认识:从地球的自转运动——天体运动的一部分——去探讨地质构造现象的总体规律,可能是一条正确的途径。

三、地球自转与地质体系概念的建立

恩格斯说:“我们所面对着的整个自然界构成了一个相互联系的总体——总体系”,这个总体系从大到小,从高级到低级又可分为若干层次,如银河系、日地系、月地系、地球、地球各层圈,乃至一个原子,都是不同的层次,各个层次自成体系,又互相联系着。研究每一个层次物质运动规律的科学,便构成了一门自然科学或科学分支。根据地球不同层次物质运动的规律和相互关系,在地学各个分支之间,必然能找到相互联系的纽带,建立体系,理出系统。

地球上所有一切地质现象和相关的自然现象,无一不是地球组成物质运动的结果,它们都寓于地球上,随地球的运动而运动,它们的运动规律与地球的运动与演化是分不开的。

地球的运动形式是多种多样的,其中最主要的是自转,涨缩和内部物质转换。

关于地球的形成,假说颇多,许多人认为大约在 4.6×10^9 年前地球开始形成,它最初的形式是围绕着太阳旋转的一团星云物质。由于向心引力的作用,逐渐凝聚收缩成地球。质点的接近便释放出巨大的引力能,并可能转化为热能。如聚积速度快,则释放出的引力能比辐射出去的能量要多。因此地球开始应是熔融的,以后随着能量的辐射地球便逐渐冷却(这是一种观点);如聚积速度慢,则地球开始可能是冷的,以后由于放射性物质蜕变,又慢慢加热(这是另一种观点)。随着星云物质的收缩,其自转速度增加,离心力增大,从而又使旋转的动能增加,其作用之一便是使质点作离心运动。这样在引力与离心力(或吸引与排斥)的共同作用下,在星云集团收缩的同时又发生了物质的分异,即重的物质向地心移动,轻的物质向地表移动,从而由外向内按比重依次形成了气圈、水圈、岩石圈、地幔和地核,其中每一个圈又分为若干层。地球如此显著的分异和活动是太阳系家族中特殊的一例。正因为如此,地球上才出现了有别于火星、水星、月球等表面撞击坑的更为高级的地质构造活动和地质作用。

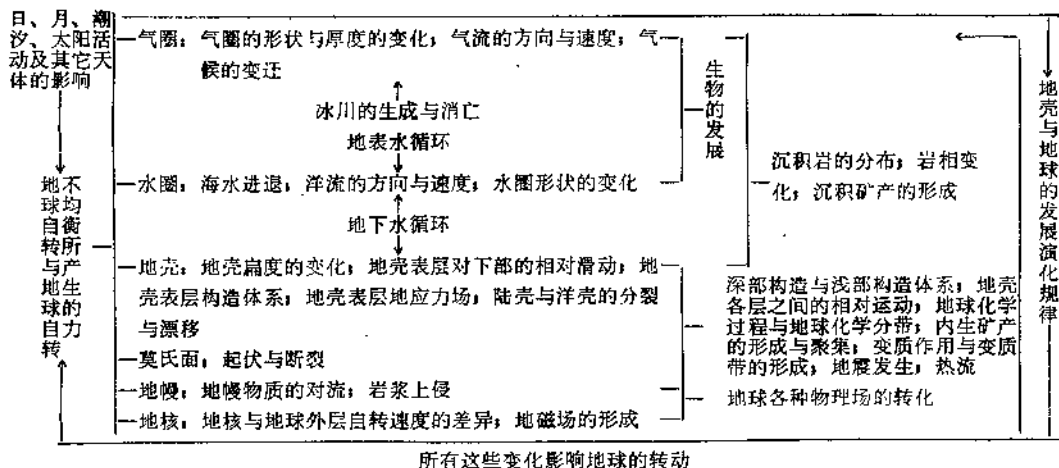
笔者认为,地质作用实际上是能量从一种形式到另一种形式的转换,不同的自然现象则是物质的不同运动形式。因此地球各个层圈不同物质的不同运动形式便形成了各种地质现象和相关的自然现象。例如:大气的运动,产生气流;海水运动,出现洋流;岩块的相对运动,发生构造变动;破碎岩石圈的运动,出现板块运动或大陆漂移;元素的运动,造

成地球化学现象, 等等。李四光教授曾将由一定方式的运动产生的一切有成生联系的构造形迹归为一个构造体系, 那么我们将地球所产生的有内在联系的地质现象看做一个“地质体系”, 看来是符合恩格斯总体系的指导思想的。

“地质力学与地壳运动”一书^[3]中, 曾用下表(表1)表示各种地质现象之间的联系:

表1 地球的演化史是天体演化的一部分

Table 1 The earth's evolution is the part in celestial body



地质体系是由地球运动产生的, 在地球所有形式的物质运动过程中, 地球的旋转显然处于支配地位。地球是在旋转中发生和发展的, 地质构造现象是地球发展过程中出现的现象, 一旦地球停止了转动, “死亡”的地球也就不会再形成如此丰富多彩的地质构造现象了, 除非其它天体的物质偶然的冲击。

旋转的地球是天体中的一个成员, 它靠万有引力与其它天体维系在一起, 并适应引力与斥力(或主要对太阳的向心力与离心力)联合力场的要求稳固在现在的绕日轨道上。地球的这个位置, 恰好使它吸收的热量与其辐射到宇宙中去的热量相平衡, 正好使地表温度允许水以液态形式存在, 这对生命的幸存是必不可少的。人类能够生活在地球上与它得天独厚的天文条件是很有关系的。其它天体, 如银河系、太阳系、太阳系其它行星、月球等运动对地球的运动都有很大的影响。然而各种天体的运动和变化作为一种能量的转化, 势必将引起地球自转角速度的变化。因此从最直接的关系来说, 地质体系产生的原因仍是地球自转, 所以后面面对各种地质构造现象相互关系的探讨, 就是用地球自转运动机制的观点来进行的。

四、地质构造现象形成的机制与问题讨论

(一) 地球扁度的变化

地球自转一周的周期现在大约是 23 小时 56 分 4 秒, 然而它不是恒定不变的, 因为在 $\omega I = C$ (ω 为自转角速度, I 为转动惯量, C 为常数) 中, 倘地球因引力作用发生收缩,

则 I 减小, ω 增大, 当角速度大到一定程度时, 就迫使地球不得不改变它的形状, 使其扁度增大。另外, 地球就其物理性质而言, 既是弹性体, 又具一定的塑性, 李鸿业⁽⁸⁾认为当地球从拉氏环中分离出来时, 最初是个长球体, 以后逐渐变为圆球体, 再变为扁(椭)球体。当然, 地球形成之初是否确为长球体现在仍是个谜, 然而在地球长期旋转过程中, 在离心力持续地作用下, 地球的扁度增大似无疑。扁度的增大, 产生了纬向挤压带, 经向张裂带(如海岭、裂谷和北东、北西向扭裂带)。随着地球扁度的增大, 如地球的质量和体积不变, 则转动惯量增加, 使自转速度变慢。地球扁度这种趋势性的增加或许是地球自转速度趋势性变慢的一个原因。

(二) 地球自转速度的变化和对地球各层圈物质运动的影响

地球的自转速度在趋势性的变慢过程中, 仍有时加快, 如第四纪时每朔望月的日数为 29.53 天, 而新第三纪只有 29.38 天。地球自转角速度的变化, 必然引起地球形态改变, 从而导致地球结构的一系列调正, 于是便发生了地壳运动。

当地球自转角速度从 ω 增至 $\omega + \Delta\omega$ 时, 则惯性离心力的增量 $\Delta F = m(2\omega + \Delta\omega) \cdot \Delta\omega \cdot x$ 可分解为

$$\text{水平分力} \quad \Delta F_1 = m(2\omega + \Delta\omega) \Delta\omega \cdot x \sin\varphi$$

$$\text{和垂直分力} \quad \Delta F_2 = m(2\omega + \Delta\omega) \Delta\omega \cdot x \cdot \cos\varphi$$

式中 m 为地壳某一点的质量

φ 为地壳某一点的纬度

x 为地球某一点至地轴垂距

当地球的自转速度增快时, 还产生了与纬度平行的惯性力

$$\Delta f = m \frac{d\omega}{dt} R \cos\varphi - F_n$$

式中 t 为时间

F_n 为基底阻力, 与地壳上某一点与基底固结程度有关。

从上式可知, 随着地球转速增快, ΔF_2 影响了重力场, 从两极指向赤道的惯性离心力 ΔF_1 和惯性力 Δf , 最初数值较小, 只能影响到气圈, 使两极的冷空气涌向赤道, 气候带随之向赤道移动, 此时大气椭球体扁度增大, 于是气候逐渐变冷, 同时低纬度东风带加强。

随着 ΔF_1 和 Δf 增大, 水体从两极向赤道或自东向西发生移动。这时极区海退, 赤道地区海进。由于低纬度区海洋面积增大, 吸收了更多的太阳辐射热, 也使气温降低。

当地球自转角速度增大到一定程度时, 岩石的强度再也抵抗不住水平力的作用, 于是便出现了各式各样的构造形迹。由于大陆表层与其基底粘结的牢固程度不同(洋壳和陆壳在下伏软流层上更易发生滑移); 因此当地球从西向东加快旋转时, 地球表层与基底粘结不牢的部分, 必然沿某些水平界面向西运动, 在它前进的前方出现经向挤压带, 后面出现张裂带, 在前进程度不等的地块之间发生平移断层, 这可能是板块形成的一个重要原因。这时地壳表层在纬向力 Δf 和经向力 ΔF_1 的作用下, 出现了经向构造体系、纬向构造体系、北东向和北西向构造体系和在这些巨型构造体系的基础上发生的不同级别、不同序次、不

同规模的构造体系乃至各种性质的结构面。

构造体系形成的同时,也引起了地球物质其它形式的运动,从而控制了地球化学过程和岩浆岩、沉积岩、变质岩、矿产的形成、分布和相变^[5]。

当地球的转速增加到一定程度时,海水从两极向赤道集中,地壳物质向赤道方向发生流动,使地球的扁度增大,加之壳内物质向上流动,大规模的岩浆上侵与喷发,使地球转动惯量增大。此外,再加上地球表层相对下层向地球转动相反方向滑动所产生的摩擦起着“刹车”的作用,以及日、月潮汐作用,都使地球的自转速度变慢。这时惯性离心力与惯性力的作用方向与转速加快时恰恰相反,从而在地壳中出现动力作用方向或方式相反的构造形迹。垂直力的活动,发生重力分异和均衡代偿,有些裂谷、引张构造和滑脱构造也随之出现。水圈中,海水从赤道流向两极,大洋中可能出现爱厄尼诺现象。气圈中,温暖气流从赤道向两极涌挤,气候带向两极迁移,加之海水接收太阳辐射能稀少,气候逐渐变暖。地球的扁度减小……所有这些变化,又使地球转动惯量减小,角速温增大,一场新的地壳运动过程又将开始。所以说,地壳构造运动就是控制地球自转速度的自动机制。当地球自转速度加快时,就包含着使之变慢的因素;当地球自转速度变慢时又孕育着它变快的条件。地球就是在这种对立统一的矛盾斗争中不断运动着,出现了各种地质构造和相关的自然现象。普遍存在的旋回性或周期性,看来与地球的这种运动规律是分不开的。

(三) 地球自转与板块运动

本文第一部分曾指出,板块运动是一种现象。这种现象是怎样产生的呢?笔者认为,因地球自转所产生的动力,不仅可以影响到地壳的表层,形成大大小小的构造体系,而且有些断裂可以深达地壳以下,主要方向为东西、南北、北东和北西向。它们一方面作为一个构造软弱带或裂口导致了地幔物质上侵,另一方面也成为分割板块的边界。由于各部分与其下层粘结程度不同,因此当地球从西向东旋转时,特别是当加速时,被分割的各个部分便发生了程度不同的向西漂移。从太平洋向西,经印度洋、大西洋,一直绕到美洲,由于一部分比一部分更落后(或向西漂移),因此便依次产生了东太平洋海岭、印度洋海岭、东非大裂谷和中大西洋海岭等一系列大致走向南北的张裂。最后,西移的美洲大陆与东太平洋洋壳相挤压,出现了美洲西岸的褶皱山系和相邻的海沟。由于物体破裂所需的剪应力只是正应力的二分之一,所以一般扭裂隙出现最早,之后它们又被张裂隙追踪,以致许多海岭和张裂带都呈折线状。海岭的扩张速度与纬度余弦成正比,也可以从纬向惯性力与地球纬度的余弦成正比的关系中找到解释。板块的张开与闭合,裂谷的伸展与挤压现象用地球自转速度不平衡导致的动力作用方向变化来解释,比用地壳内对流方向的改变解释似乎更易于理解。北半球的大陆与洋底构造相对南半球大约向西扭转了 20° — 40° 的原因可能是由于北半球海陆夹峙,消耗了大部分潮汐能,而使转速有减慢的趋向所致。

有些人认为因地球自转不平衡所产生的力的量级太小,板块运动引起的原因还应该考虑散发区的热动力作用。一些板块工作者也注意到,要说明海岭的规律还必须要有使散发区首先裂开的其它手段^[13]。因此我们不妨设想,地球自转运动所产生的力使地壳某处首先裂开,该处压力的降低可降低壳下物质的熔点,并导致热动力的迸发,从而产生巨大的能量。就象打开一条水库堤坝的缺口,用力不大,然一旦具有很大势能的水体顺缺口倾泻

就会产生破坏力很大的力量一样。还有一种见解,即认为在地球旋转过程中既然水圈、气圈、岩石圈物质都可引起相应的运动,地核相对地球的上层也在向西转动从而象自发电机一样产生地磁场,那么为什么处于半流动状态的地幔物质不会发生类似的环流呢?这个问题虽然还未作详细研究,但可以断定地幔既是地球的一个圈层,在地球作为一个整体的运动过程中,就不能不发生相应的运动。上述观点,就解释了板块运动与地球旋转坐标系有一定联系的现象了。如果认为地槽是由板块运动产生的,或认为它属于某巨型构造体系的一个组成部分,都说明它也是地球自转运动的产物。

类似的观点在国际上也有反映,如Vought(1975)认为主要板块变化时期大体与地磁极性倒转频数变化的时期是相关的,在显生宙极性变化和地球自转速率变化周期近似于地质构造旋回的平均周期。Whyte(1977)提出在过去4.5亿年中地球旋转速率、地磁轴视极移、洋脊的活动、海平面和气候变化有伴随出现的现象。地球旋转加速时期,主要对应了正极性时期,而旋转减慢时期对应了负极性时期。Williams(1973)认为大陆的分离和重新聚集是由于地球旋转速率的变化,地球内部板块运动是由于“制动”和“惯性”力作用的结果。

五、地球自转产生的水平力的传导方式

前一节强调了因地球自转运动所产生的水平力是发动地壳运动,形成各种地质构造现象的主因。另一个重要的问题就是动力是通过什么方式在地壳中传导呢?

玻尔(英)倡导并协性原理,即波动性和粒子性是一切物质的固本性。爱因斯坦早已证实万有引力是以引力波的形式相互作用的。现代科学得知,物质中机械能在地壳中传播的主要方式是以“弹性波”(可能还有微粒传播)迁移。弹性波又可分为两种,一是纵波(P波);二是横波(S波)。前者主要使地质体伸长或缩短;后者则使地质体受到剪切。由于动力是以波的形式传播,使地质构造出现了如下规律:

1. 地壳表层出现了一系列与动力作用方向垂直的规模不等的大地波浪和正弦状褶皱弯曲及压性或压扭性断裂、节理、挤压带。由于弹性波在一定厚度一定性质的介质中传播,其振幅的高度和频度相同,波长相等,因此在结构与性质大体相同的岩层或岩块中,同一等级的构造形迹常具有等距性。间距的大小与影响的岩层或岩块的厚度或深度成正比。

2. 同一地区不同方向的动力作用可以引起不同方向的波浪运动,它们叠加在一起,出现了构造的复合现象。不同方向的“波谷”相交形成盆地;不同方向的“波峰”相交则隆起更高,常出现古老的岩石。

3. 大规模大地波浪的滚动过程中,在“波浪”的不同部分地质构造的特点是不相同的。谭忠福等(1981)认为由于中国东部大陆向太平洋方向仰冲和推移,使岩石圈地壳各界面之间的物质以不同速度向太平洋滑动或蠕动,形成地壳构造水平变迁的“后方拗陷—陆隆—前峰”滑动体制。其中最前方的前峰是应力集中区,也是岩浆作用、构造作用、动力变质和成矿作用的强烈部位。中间的陆隆为隆起区。陆隆的后面为后方拗陷,是接受沉积的区域,有时转化为断陷。随着运动一幕幕的发生,大地波浪从西北向东南滚滚向前,

致使大陆和强烈的构造带不断向海洋方向迁移。

据研究,上述现象十分普遍。如中国大陆曾发生过自北而南的波动迁移,致使纬向构造带自北而南一个比一个更新。中国西部,大地波浪向西南方向推移。北美大陆发生过自东北向西南朝着拉布拉多半岛到密苏里高原的一个向西南方向突出的弧形外侧迁移。日本、澳洲、南美洲等地在地质历史上都曾发生多次向洋迁移运动。

正是因为波浪运动如此明显,故张伯声教授提出了波浪状镶嵌构造说^[10],他把波浪状运动的动力来源也归因为地球自转。

六、地球自转运动周期与多旋回

在地质学的研究史中,人们早已注意到地质现象的旋回性。通常所谓周期、韵律、循环、波动、脉动、交替、多期、旋回等术语,都是反映了物质运动多旋回性的特征。在这个基础上提出了多旋回岩浆活动、多旋回成矿作用、多旋回造山运动、多旋回板块运动的观点。地壳运动多旋回性产生的原因,我们认为与地球的自转运动及相关的天体活动是分不开的。在地球的运动过程中,有时快,有时慢,从而引起了动力作用方式和方向、海水进退方向、气候冷暖变化、地壳运动激烈和缓和、岩浆活动强烈和微弱、成矿作用强盛和贫衰、生物的繁盛和衰亡等一系列现象周期性的变化。周期有长有短,取决于地球的运动和其它天体的影响。潮汐力和太阳11年、57年、90年、180年周期性变化,对地球气候变化、海水运动和构造活动的影响早已为人所熟知。近来又发现,太阳携带着地球绕银心的运动也影响到地球地质历史的进程。例如银河年的周期约为2.8—3亿年,与大规模地壳运动时间间隔一致;大规模的海侵出现于太阳在远银心点,大规模的海退出现于太阳在近银心点;古生物门类的产生与消亡发生在远银心点或近银心点时期;地壳上煤和石油的形成集中于近银心点时期。

从古至今一场场地壳运动的时间间隔,或造山运动的旋回以及褶皱幕之间隔不是相同的,似间隔越来越小,也就是说地球运动现在不是缓和,而是越来越激烈了。

七、地球自转运动与地壳的演化

构造形迹的形成,除了和动力作用方式和方向有关外,也和岩块或地块的性质有关,反之,构造形迹的出现,也往往改变或形成了具有某种性质的地块或岩块,促使地壳演化。

据研究,地壳的硅铝层是逐渐形成的。地球的原始地壳可能为玄武质,接近洋壳性质。在地应力场的作用下地壳某些部位出现了一些断裂,分异出的富硅熔融体便乘虚而入,并逐步扩大,经过多次富硅岩浆侵入、沉积作用与变质作用,它们结合在一起浮于玄武质地壳之上,成为未来大陆增长的核心,一般称为克拉通。已知最古老的岩石见于澳大利亚西部纳耶山,同位素年龄为41—42亿年,其它克拉通上的岩石也达30亿年以上。世界最主要的克拉通分布在北美洲东北部,南美洲东北部,欧洲西北部,非洲、亚洲北部和澳洲西部,即各个大陆各有一个克拉通作为地核。围绕这些地核发育了较新的地层。克拉通在地球表面上的分布似有一定规律,它们的中心位置现在恰好排列在西经70°,东经20°和

东经110°三条经线上。因此有人认为其位置受大陆星瓣控制。随着水平运动说的崛起,现在有更多的人认为这些克拉通地盾区,最初可能是连在一起的两个古陆,北面的称劳亚古陆;南面的称冈瓦纳古陆,它们聚集于地球一侧,看来可能受地球自转的第一项第一级圆谐函数控制。那时地球东西向偏心的隆起部位可能有更多的断裂出现,从而利于硅铝物质上溢。以后随着地球继续转动,古陆开始分裂,并在地球转动过程中发生漂移,达到今天所处的位置。现在亚洲大陆、美洲大陆都在向太平洋方向推移与增长,东非裂谷在扩大,估计这里将是新的海洋,而太平洋则最终成为大陆区,那时地球东西向偏心的现象将与现在相反。然而,随着热量的丧失,地球还要冷却收缩,为了减小其散热表面积,必然力图向四面体方向发展。那时近于经向的扩张带可能相隔120°,而克拉通趋于“四面体”的四个顶角。然后地球将失去热能和活力,地壳运动也趋于停止。

克拉通在地质历史发展过程中无疑起着重要的作用:

第一,大陆是以克拉通为陆核向外逐步扩展形成的。

第二,动力首先是以克拉通为介质传递的,故构造运动是从克拉通地区向外演化迁移的。

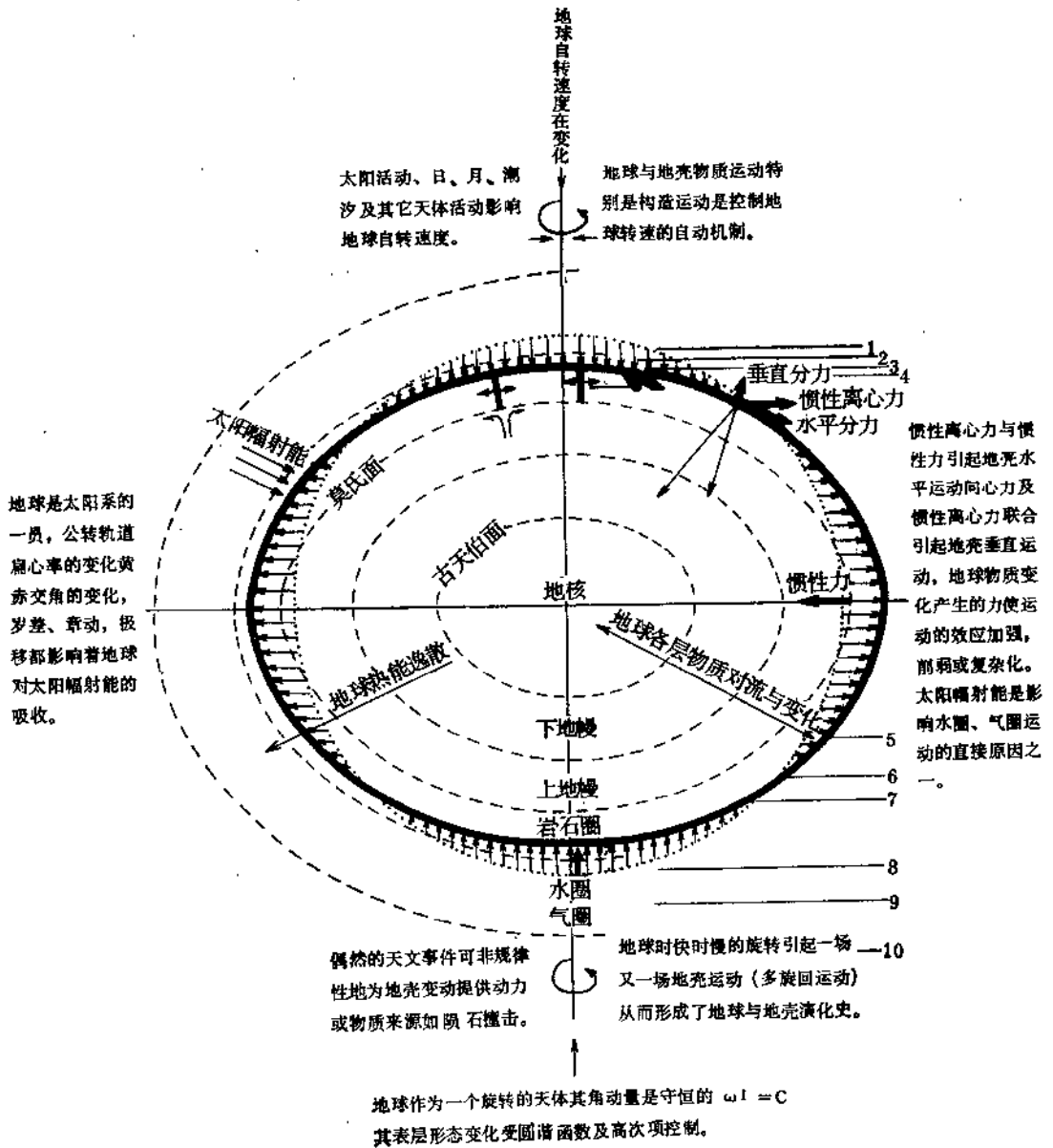
当地壳运动发生时,从陆核向外滚动的大地波浪似乎可分为波后台地带、波峰冒地槽带、波峰优地槽带、波前挤压构造带。波后台地带相对较为稳定,从克拉通向外侧常出现陆相、海陆交互相和浅海相“地台型”沉积物。朝着动力作用方向,构造活动愈来愈强烈,沉降幅度愈来愈大,火成岩活动愈来愈强烈,沉积物的厚度也愈来愈大,火山沉积物也逐渐增多,形成了冒地槽和优地槽。再向前,到了波前挤压构造带,这里应力更为集中,沉降幅度可能很大,但因沉积物质来源不足,故只有很薄的软泥沉积。又一次地壳运动发生时,这一序列便朝着动力作用方向推移,陆地随之扩大。这时波前区可能变成优地槽和冒地槽区,而波峰区原来的地槽则成为褶皱断裂带,并被夷平后出现波后台地。原波后台地可能又被另一个大地波浪的波峰带占据,出现活化现象。需要指出,由于边界条件变化,动力作用方式和方向不可能是前后重复。以亚洲大陆东南边缘为例,巨型褶皱带的方向逐渐由北东至北北东,显示动力作用方向在变化。变化的原因可能是被扭动的地块长(南北方向)宽(东西方向)比逐渐变大;也可能是自东而西的纬向惯性力加大(板块学说认为是太平洋板块向西推挤),它们与自北而南的惯性力合力的方向改变所致。另外,如果一个地区前后曾遭受方向不同的动力作用,则会出现不同方向的波峰带、褶皱带、地槽带和断裂带,它们交织在一起,构成活动带网络,其间则形成了多边形的具地台特征的盆地、台地和断块。它们和褶皱带、地槽、断裂带等构造形迹一样,也作东西、南北、北东、北西向带状排列,与星球自转过程中形成的线状构造方位一致。

在大陆的演化过程中,地应力场的变化,直接控制了地球化学分带有规律的分布。一般内生矿产从波前区到波后区,元素的结晶能有从大到小的规律,沉积矿产则主要集中在波后区。

八、地球自转可能产生的其它效应

地球在不等速运动中扁度的变化仅是旋转球体表面形态变化的一种形式,还有其它一

表 2 (Table 2)



1. 地球自转和自转速度不平衡所产生的力，引起地球扁度变化的同时，产生了纬向、经向、北东向、北西向等巨型构造体系和由此派生的低级序构造体系和各种构造形迹，并控制了地层、岩浆岩、变质岩的分布和岩相变化及物质成分的变化。
2. 动力以“波”的形式传导，使大地发生波浪状运动和形变，出现地槽、陆架等活动程度不同的拗陷带与隆起带和构造等间距排列。
3. 在地应力的作用下，产生切割地壳的断裂，破碎的岩石圈运动，出现板块构造。
4. 地壳构造裂开引起地壳热流。形成全球与局部地应力场。引起各种地质构造现象及相关的自然现象，使地球物质分为性质不同的层圈，因各层圈物质组成不同，结构、构造和受力的方式和大小不同，在地球旋转过程中可形成不同的现象，彼此之间可产生差异运动并影响地球的转速。
5. 地壳内部放射性物质的蜕变，产生巨大的热能，可为地壳运动提供能源。
6. 在地球的演化史中，可能其扁度逐渐增大，由长球体→圆球体→扁球体。
7. 临界纬度左近，常出现强烈的构造带，其南北部分常进行方向相反的升降运动。
8. 水圈物质的运动出现大洋环流，海水进退及影响气候甚大的厄尔尼诺现象。控制或影响了岩石圈的侵蚀和沉积作用。
9. 气圈物质的运动产生了气流并影响到气候的变迁。
10. 气圈的外界面可以看作地球引力与离心力相抵销的面，这个面以外，物质将脱离地球的羁绊，飞向太空，随着地球的长期旋转，大气成分逐渐减少。