

The Dominant Energy of the Tectonic Movement Comes from the Earth's Self-rotation Energy

Shunliang Chi^{1,2}

¹Key Laboratory of Computational of Chinese Academy of Sciences, Beijing

²Hebi Earthquake Administration, Hebi Henan

Email: chisl@263.net

Received: Nov. 22nd, 2018; accepted: Dec. 4th, 2018; published: Dec. 11th, 2018

Abstract

In 2007, Academician Ma Zongjin pointed out at the Xiangshan Science Symposium: "The theory of plate tectonics has been proposed for 40 years, and the mechanism of plate motion has not been determined so far. The driving force of plate motion cannot be determined, and it is always a serious defect of plate tectonics theory. Dynamic mechanism is the foundation on which any doctrine or theory depends, so it is an unavoidable problem." The tectonic movement requires energy-driven, and the energy required can only come from the internal and external universe of the Earth. Among them, only the radioactive decay heat energy and the earth's self-rotation energy in the earth can meet the requirements of the tectonic movement. Therefore, from the source of energy, there are only two types of geodynamics: the "heat engine" theory driven by the internal heat of the Earth and the "rotating machine" theory driven by the Earth's self-rotational energy. The plate is said to belong to the thermal drive class. According to the global seismic activity, the energy released in the two Polar Regions where the Earth's rotation axis is located is almost zero, and the maximum latitude correlation feature is released at the 45-degree latitude zone. It is proposed that the Earth's self-rotation energy is the dominant energy for global tectonic movement. The tidal action is caused by the gravitational effect between the stars and the rotation of the celestial body. The tidal energy can be derived from the transformation of the rotational energy of the celestial body. Astronomical observations revealed the tectonic movement of IO's strong volcanic eruption under the action of Jupiter's tides, supporting the "rotating machine" driving mechanism of the structural movement of the stone stars. Li Siguang was the first Chinese scientist to propose the crustal movement originated from the original theory of the earth's rotation. "Geological mechanics" has been greatly developed in China, but its development has stagnated in recent years. While geodynamics is still exploring the mainstream direction with thermodynamic mechanisms, some Chinese scientists have begun to explore the earth's rotation to drive the tectonic movement. They hope that through their own work, they can uncover the hidden power behind the global tectonic movement.

Keywords

Geotectonics, Crustal Movement Energy, Radioactive Heat, Self-Rotating Energy, Earth Solid Tide

大地构造运动主导能量来自地球自转动能

池顺良^{1,2}

¹中国科学院计算地球动力学重点实验室, 北京

²河南省鹤壁市地震局, 河南 鹤壁

Email: chisl@263.net

收稿日期: 2018年11月22日; 录用日期: 2018年12月4日; 发布日期: 2018年12月11日

摘要

2007年马宗晋院士在香山科学讨论会上指出:“板块构造理论提出至今已有40年, 板块运动机制至今没有确定。板块运动驱动力不能确定, 始终是板块构造理论的严重缺陷。动力学机制, 是任何一种学说或理论赖以立足的根基, 所以是一个不能回避的问题。”大地构造运动需要能源驱动, 所需能量只能来自地球内部和外部宇宙环境。其中只有地球内部放射性衰变热能和地球自转动能数量上能满足大地构造运动所需。所以从能量来源分, 地球动力学只有两类: 地球内部热能驱动的“热机类”理论和地球自转动能驱动的“转动机类”理论。板块说属于热能驱动类。本文根据全球地震活动释放能量在地球自转轴所在的两极地区几乎为零、在45度纬度带释放能量最大的纬度关联特征, 提出地球自转动能是全球大地构造运动的主导能源。潮汐作用是星体间引力作用及绕转天体自转所致, 潮汐能来自绕转天体转动能的转化。天文观测发现木卫一在木星潮汐作用下发生强烈火山爆发的构造运动, 支持石质星体构造运动的“转动机”驱动机制。李四光是最早提出地壳运动起因于地球自转原创性理论的中国科学家。“地质力学”在我国曾得到很大发展, 但近年来发展停滞了。地球动力学仍在以热动力机制为探索主流方向的同时, 一些中国科学家开始了对地球自转能驱动大地构造运动的探索工作, 他们期望通过自己的工作能够揭开全球大地构造运动背后隐藏的动力学奥秘。

关键词

大地构造学, 地壳运动能源, 放射性热能, 自转动能, 地球固体潮

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2007年马宗晋院士在香山科学讨论会上指出:“动力学解释是许多假说、学说和理论面临的棘手问题。板块构造理论提出至今已有40年, 板块运动机制至今没有确定, 足见其难度之大。大陆漂移说因机制不清, 一度几乎被全盘否定; 板块运动驱动力不能确定, 始终是板块构造理论的严重缺陷。动力学机制, 是任何一种学说或理论赖以立足的根基, 所以是一个不能回避的问题……任何一种合理的地壳动力学或地球动力学假说, 至少要满足以下一些条件: ① 能对全球的构造运动特征及其空间分布规律和构造演化过程作出解释; ② 所依赖的动力因子既有足够的能量, 其作用方式又能合理说明构造变形场的特征; ③ 应符合物理学的基本原理和地球内部物质的物理-化学性质。从这些判别条件看, 迄今还没有一种地

球动力学假说是完善的”。

马宗晋院士在他晚年的著作中，再次表达了这个观点[1]。

动力来自能量的耗散。地球动力学能够从哪些能库中取得能量，驱动构造运动。

2. 地球内部和外部环境中的能源

地球外部环境中，存在星际磁场、宇宙射线、星光辐射等能源。其中最大的是太阳辐射能，其他能量十分微弱。太阳每年辐射到地球的能量达 5.2×10^{24} J，比地球内部向外释放的热能大数千倍。但大部分反射回太空，只有极小部分进入地下浅表处。

小行星对地球撞击能量巨大，留下环型地质构造。但陨击过程集中在 38 亿年前，以后没有大规模的陨击。

地球内部能源，以放射性衰变热能和地球自转动能最重要。从地球生成以来，已释放放射性热能约 $6 \times 10^{30} \sim 20 \times 10^{30}$ J，释放自转动能约 15×10^{30} J [2] [3]。

其他能量，如地磁场的总能量为 10^{22} J 量级，比放射能和自转能小得多，难以提供地壳构造运动所需能量。

地球从温度不高的弥漫物质积聚而成。在这个过程中，物质的引力位降低释放出的能量达到 2.5×10^{32} J。初始地球物质温度升高和自转能均来自引力能转化。物质重力分异形成地球分层结构，是引力作用的继续，产生重力分异能数量就没有这么大了。这部分能量最终也转化为热能和转动能[2]。

地震学计算给出，全球地震活动每年释放能量 5×10^{18} J，此值应为大地构造运动每年所需能量的下限。

地面平均热流值为 0.06 W/m^2 ，全球释放热能为 0.94×10^{21} J/a [4]。由珊瑚化石年轮及天文观测推知，地球自转加速度为 $-2.8 \times 10^{-10}/\text{a}$ ，这相当于每年有 0.13×10^{21} J 的自转动能转化为其它形式的能量被消耗 [3]。自转能和热能的年耗散分别比地壳运动所需能量的下限大 1~2 个量级。

在地球内外各种能源中，只有热能和自转动能可提供大地构造运动所需能量。地球动力学只有两类：第一类依靠地球内部热为根本能源的“热机理论”；第二类是以地球转动能为根本能源的“转动机理论”。

地球热能和地球转动能两者中，究竟谁是大地构造运动的主导能源？这就看谁能合理解释全球构造运动特征及其空间分布规律和构造演化过程。

3. 全球构造运动空间分布规律支持“转动机理论”

对全球构造运动的空间分布规律，可以预期：“热机类”动力学理论，不会导致构造运动的纬度效应；“转动机类”动力学理论，构造运动会存在纬度效应。

地质构造运动由振荡运动、断裂运动、地震和火山岩浆活动等组成。其中只有“地震活动”能够依据仪器观测数据计算震源经纬度及释放的能量。

地震观测已经积累了百年观测数据，图 1 是统计 1897~1980 年间全球发生的 835 个 7 级以上地震释放能量的纬度分布(资料来自国家地震局情报资料室)。

由图可见，全球地震活动释放能量存在纬度效应，有两个明显的特征：一是纬度高于 73° 的地区基本无 7 级以上强震。说明两极是构造运动极不活跃区。二是南、北两半球地震活动明显不对称，在北半球可以看到地震活动峰值带位于 40° 纬度带的明显现象；但在南半球，除极区地震活动微弱与北半球相似，南纬 40° 带无明显的能量释放峰值带。

发生在地球上的自然现象大都具有南、北半球对称的特性，如昼夜、四季、气候分带等。地震这一发生在地球上的自然现象，出现南、北不对称的原因何在？

地质学家马宗晋同物理学家杜品仁合著的“地球的非对称性”大部头著作中，列举了有关地球形状、

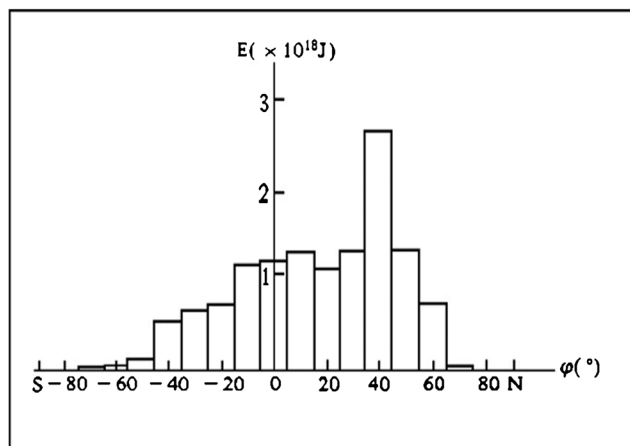


Figure 1. Latitude distribution of energy released by global earthquakes
图 1. 全球地震释放能量的纬度分布

地热场、地磁场、地震带、地球内部结构、全球构造运动等方面的非对称性。在讨论地球出现非对称性的成因时，他们的结论是：“地球非对称性的成因问题，是一个地球动力学问题，即问题的重点已不是非对称性的几何学描述，而是动力学解释” [1]。

地球上这些非对称现象，若能找到非对称与对称的转化条件，也许就能发现出现非对称性的动力学原因。

在粒子物理中对称性分析也是认识微观世界本质的重要手段。吴健雄通过钴 60 原子在超低温下 β 衰变发射的电子在钴原子自旋上、下两个方向不对称的实验中证实了宇称不守恒。而弱相互作用下宇称守恒的破坏又可以在考虑到电荷共轭后恢复。通过对称性恢复的研究，物理学家更深入地了解了微观世界。

我们能够让地震释放能量南、北不对称的分布特点，在考虑到某种因素后回复到对称吗？

地球上南、北半球另一个明显不对称现象是两半球大陆面积不对称。统计单位陆地面积地震释放能量随纬度的分布，就能得到南、北半球对称分布的结果。这个统计量的物理意义类似光学中的“发光亮度”，可称为“单位陆地面积地震能量发射强度”。图 2 显示了“单位陆地面积地震能量发射强度”的峰值对称出现在南、北纬 35°~45°地带。这个结果与不少构造地质学家认为 35°~45°纬度带是地壳构造运动活跃地区的认识一致。

关于全球“单位陆地面积地震能量发射强度”的纬度分布回复对称性的地球动力学解释将在后续文章中讨论。

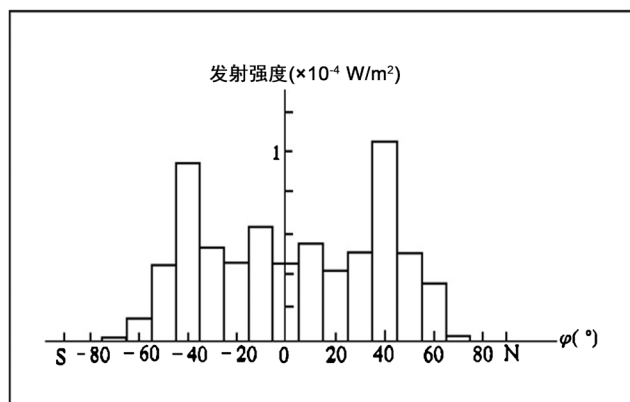


Figure 2. Latitude distribution of seismic energy emission intensity per unit land area
图 2. 单位陆地面积地震能量发射强度的纬度分布

“单位陆地面积地震能量发射强度”纬度分布的特征：一是两极地区发射强度极微弱。二是南、北两半球 40° 纬度带都是发射强度的峰值带。

这一特征表明了“构造运动”与地球自转有密切的内在联系。两极地区是地球自转轴通过的地方，是球面上的“奇点”，因地球自转而产生的转动离心力、固体潮汐应力在两极地区都是极小值。

两极地区为何缺少地震一直令板块说困惑，在“地幔热对流 - 板块说”理论体系中无法解释全球地震释放能量与纬度关联的特性。但在“转动机类”理论体系中是十分自然的事。

地球自转产生的离心力在赤道地区最大；固体潮汐应力的极大值则出现在南北纬 45° 地区[5] (图 3)。

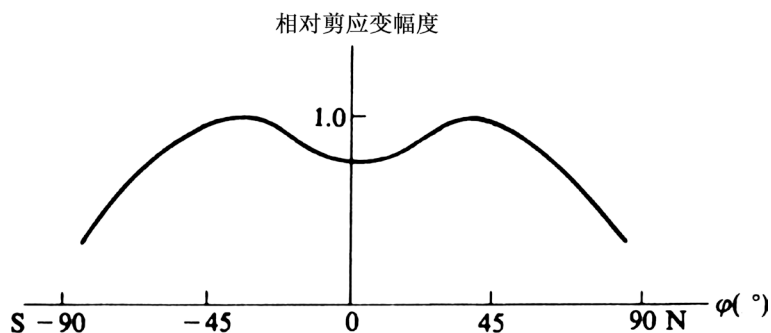


Figure 3. Latitude change of relative amplitude of tidal shear stress

图 3. 潮汐剪应力相对幅度的纬度变化

全球地震释放能量的分布特征支持“转动机”而非“热机”理论。地震能量释放的极值区位于南北纬 45° 地区的现象表明，是地球自转产生的固体潮汐应力与全球构造运动有关。

4. 地球自转动能转化的条件

地球自转的构造动力作用，尽管不断有作者提起，但并未真正受到重视[6] [7] [8]。原因在于地球自转离心力(或变化离心力)、离极力的量级太小，依靠它们造山能否形成 10 m 高的山脉都有疑问[9]。

潮汐是地球自转的另一重要效应。旋转的地球受到日月引力产生海潮和固体潮。在分析潮汐对地壳运动推动作用的时候，Scheidegger, A. E. 因计算所得潮汐力量级太小而认为“潮汐力对于造山作用明显地无重要意义” [9]。

地质学家李四光提出以自转变化离心力为地壳运动驱动力的理论——“地质力学”。这是中国科学家在重大自然科学问题上提出的原创性理论[10] [11]。“地质力学”在我国曾得到很大发展，但近年来的发展停滞了。

要地球自转动能成为推动构造运动的能量来源，必须有能够耗散自转动能的力学机制。能量被耗散，耗散的能量中有一部分转化为构造运动所需能量。若能量不耗散就没有能量的转化。

一个在太空中孤立转动的星体，由于角动量守恒定律的制约它的自转动能是不会释放的。因此，任何依靠地球自由转动效应的地壳运动理论都会遇到能源和推动力不足的问题。

地球不是孤立的星球。地球有一颗很大的卫星 - 月球。受到月球的引力，在月地连线方向地球被拉伸成椭球。随地球自转，形变峰不断转移，地球就像有生命体一样伸缩、蠕动。数十亿年来，巨大的潮汐能流在地球周身不断流动，使地球自转动能这一巨大的潜在能量有了转化的可能[12]。

能量流的概念是乌莫夫引进物理学的。在追踪能量的传递和转换中，能流概念很有用。各种能量如电磁能、机械能、热能等均有其相应的能流形式。

在地球中，热能流的大小约 0.06 W/m^2 。物体中的机械运动能流 S_i 由下式表达。

$$S_i = -\sigma_{ij} \cdot v_j \quad (1)$$

式中, σ_{ij} 为物体中的应力; v_j 为物体中质点因应力作用而产生的位移速度[13]。表 1 列出了“自转变化离心应力”、“极移应力”、“潮汐应力”产生的能流量级。

Table 1. Estimation of mechanical energy flow levels in solid earth due to changes in solid tides, pole shifts, and rotation speed.

表 1. 固体地球中因固体潮汐、极移、自转速度变化引起的机械能流量级的估计

应力类型	潮汐应力	极移应力	自转变化离心应力
应力(Pa)	130×10^2	7×10^2	4
位移(m)	0.4	4×10^{-2}	10^{-3}
主周期	12h	430 d	9 d, 14 mon, 18 a
位移速度(m/s)	10^{-5}	10^{-8}	$<10^{-8}$
能流(W/m ²)	0.1	$<10^{-5}$	$<10^{-7}$

由表 1 可见, 因固体潮汐引起的潮汐机械能流是固体地球中最大的能流, 其值比热能流还大。

李瑞浩教授指出, 地球在日月引潮力作用下周期性受迫运动产生巨大的潮汐应变能, 因地球的粘弹性, 一部分应变能在地壳和地幔中消耗掉。其消耗方式可能有两种: 一是摩擦过程中转化为热; 二是可能在地壳和地幔的弹性特征(拉梅系数 λ , μ ; 密度 ρ)不连续的地方——即地壳与上地幔交界面——莫霍面附近以构造应变能形式贮藏起来[14]。

1979 年, 天文学家首次观测到木卫一上火山爆发现象。天文学家分析, 木卫一火山爆发是木星对木卫一强烈的潮汐作用引起。

5. 木卫一火山活动——自转动能通过潮汐机制驱动构造运动的实例

天文学家 Peale (1979 年)最早预见到木卫一上可能有潮汐作用引起的火山爆发。之后不久,“旅行者”1 号发现木卫一表面有多处火山喷发, 喷发物抛射的高度达 450 多公里。使我们对潮汐在行星构造运动中的作用有了新的认识[15]。

1999 年 10 月 10 日,“伽利略”号探测器在最靠近木卫一的位置上掠过, 又一次观测到木卫一表面的火山活动。

2001 年 2 月, 夏威夷岛上的 Keck II 望远镜(10 米口径具有自适应光学系统)对木卫一进行了观察。从 2 月 20 日开始的 3 天里, 木卫一火山喷发经历了从开始至高峰的所有阶段。熔岩喷射高达数千米, 从火山口流出的熔岩温度达到 1200℃左右, 与地球上火山喷发的熔岩温度相同。流出熔岩的面积达到 1900 平方公里, 比地球上所有喷发火山的总面积还要大。

天文学家一致认为, 这些石质星体上发生的剧烈火山活动是强烈的潮汐作用引起的。

具有能量量纲的 Doodson 常数表征了星体间潮汐作用的强度[5]。

$$D = (3/4)GM(a^2/c^3) \quad (2)$$

式中: G 为万有引力常数, M 为施加引力的星体质量, c 为星体间平均距离, a 为承受潮汐作用星体的半径。

根据上式, 木卫一受到的潮汐作用强度要比地球受到的潮汐作用大 2800 倍! 如果地球也经受如此强大的潮汐作用, 地球上就会火山喷发与大地震活动持续不断。

地球上的潮汐作用来自日、月引潮力。月-地间距离近, 月球的引潮作用比太阳要大一倍多。

月亮对地球施以引潮力，地球同样对月球施以引潮力。根据(2)式，月球上的潮汐作用要比地球大 60 倍！

月球同样是一颗石质星球，实际上更像一颗类地行星。根据“月质学”研究，月球也有自己的地质演化过程[16]。

月球上也有“陆”和“海”这样的一级构造单元。月陆和地球的大陆一样，由比重较小的壳层物质组成。月海和地球上的海也很相似。地球大洋的洋底由玄武岩组成，月海盆地也是被玄武岩熔岩覆盖。

据天文学研究，12 亿年前的元古代，月球离地球仅 18,000 公里，只有现在的 20 分之 1 [17]。当时月球受到地球对它潮汐作用强度比现在要大的多得多。强大的驱动力，导致快速的演化，最终结果是月球相对于引潮天体 - 地球停止了转动。地球引力使月球在月地连线方向隆起，但月球的形变峰不再转移，每日潮起潮落的潮汐运动终止，构造演化过程随潮汐作用消失而停止，月球成为一颗死寂的星球。

6. 结语

1975 年 2 月 4 日海城发生 7.3 级大地震，华北地区震情紧张。作者当时在市高中教物理，被抽调到市地震办。次年又发生唐山大地震，人员伤亡的惨烈情况震动了全国。减轻地震灾害，攻克地震预报难关是当年地震工作者共同的奋斗目标。地震和地球科学都是观测(观察)科学，实现地震的科学预测和预报，一是需要研制出对地震孕育有密切关系的物理量(应力应变)灵敏、精确、可靠的观测仪器；二是要搞清地震孕育与发生的根本原因及力源。

在地震系统众多同志支持下，我们小组研制的钻孔应变仪已在全国布设五十多套，其中距汶川最近的一套，记录下了震前 550 天中海量的异常应变前兆信号[18]-[23]。按照中国地震局有关专家的说法：“池顺良小组研制的 YRY-4 型钻孔应变仪，实现了历史意义的技术突破，将‘四分量’的优势充分体现出来，登上了国际钻孔应变观测的制高点” [24]。

地震的孕育与发生，是构造运动的产物。搞清构造运动的动力来源，对了解地震孕育与发生的原因和规律十分重要。

寻找驱动大地构造运动的推动力，说明构造运动的空间分布规律和构造演化过程，首先须要找准这个系统耗散的是哪种能源。

地震活动是构造运动的表现，全球地震释放能量存在明显纬度效应表明，大地构造运动依赖的主导能源是地球自转动能。

近代西方地球科学根据魏格纳的“大陆漂移”猜想、以霍姆斯(A. Holmes)地幔对流假说为驱动机制、地球放射性衰变热能为驱动能源学术观点引导下，探寻全球大地构造运动动力学理论的探索已有半个多世纪，但板块运动机制至今仍未确定。

全球地震活动释放能量存在明显的纬度效应，说明大地构造运动与地球自转存在关联性；木卫一上的火山活动让我们认识到潮汐作用能够引起石质星体的构造运动。而潮汐作用消耗的是星体的转动能。

地球科学主流仍在继续探讨地幔热对流动力机制。

有几份矿物学关于金刚石在地幔中生成，在生成的数十亿年中，所处环境压力与温度均无大的变化的文献。金刚石作为最硬的矿物，给出了上地幔并无对流发生的铁证[25] [26] [27] [28]。

一些中国科学家则开始了对地球自转能驱动大地构造运动的探索工作，他们期望通过自己的工作能够揭开全球大地构造运动背后隐藏的动力学奥秘[29] [30] [31] [32] [33] [34]。

致 谢

由地球自转动能提供内动力、太阳辐射能提供外动力、地壳深部热积累为运动触发因素的“大地构造和海陆起源的内波假说”得到许厚泽院士主持的中国科学院测量与地球物理研究所动力大地测量开放

实验室的大力支持。作者向刘东生、任纪舜、杨文采三位院士请教问题，获益良多。

作者衷心感谢他们给予的支持和帮助。

参考文献

- [1] 马宗晋, 杜品仁. 地球的非对称性[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2007: 332-334.
- [2] 傅承义, 陈运泰, 祁贵仲. 地球物理学基础[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 77-79.
- [3] K. 兰伯克. 地球自转的变化[M]. 李志安, 李永生, 胡辉, 译. 北京: 地震出版社, 1988: 329-350.
- [4] 曾融生. 固体地球物理学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 227-237.
- [5] P. 梅尔基奥尔. 行星地球的固体潮[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 8-18.
- [6] 魏格纳. 海陆的起源[M]. 李旭旦, 译. 北京: 商务出版社, 1977: 159-170.
- [7] 盖保民. 地球演化[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991: 204.
- [8] 张伯声. 张伯声地质文集[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1984: 181-189.
- [9] Scheidegger, A.E. 地球动力学原理[M]. 谢鸣谦, 谢鸣一, 译. 北京: 科学出版社, 1977: 7-9, 20, 244, 107-111.
- [10] 李四光. 地质力学方法[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 246.
- [11] 李四光. 地质力学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1973.
- [12] 池顺良, 骆鸣津. 固体地球中的潮汐机械能流[J]. 地震学报, 1992, 14(2): 243-246.
- [13] Degroot, S.R. and Mazur, P. 非平衡热力学[M]. 陆全康, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 8-14.
- [14] 李瑞浩. 重力学引论[M]. 北京: 地震出版社, 1988: 265-270.
- [15] 伽利略宇宙飞船拍摄到木卫一上出现火山喷发. <http://www.uux.cn/viewnews-27720.html>
- [16] 中国科学院贵阳地球化学研究所. 月质学研究进展[M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [17] 胡中伟. 行星科学导论[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [18] 池顺良, 池亮, 池毅. 汶川地震和芦山地震的有助于预报的地震前兆[J]. 地球科学前沿, 2017, 7(2): 202-214.
- [19] 邱泽华, 张宝红, 唐磊, 等. 汶川地震前姑咱台观测的异常应变变化[J]. 中国科学: 地球科学, 2010(8): 1031-1039.
- [20] 刘琦, 张晶. S 变换在汶川地震前后应变变化分析中的应用[J]. 大地测量与地球动力学, 2011, 31(4): 6-9.
- [21] 邱泽华, 杨光, 唐磊. 芦山 M7.0 地震前姑咱台钻孔应变观测异常[J]. 大地测量与地球动力学, 2015, 35(1): 158-161.
- [22] 邱泽华, 周龙寿, 等. 用超限率分析法研究汶川地震的前兆应变变化[J]. 大地测量与地球动力学, 2009, 29(4): 1-4.
- [23] 刘琦, 张晶, 等. 2013 年芦山 Ms7.0 地震前后姑咱台四分量钻孔应变时频特征分析[J]. 地震学报, 2014, 36(5): 770-779.
- [24] 邱泽华. 钻孔应变观测理论和应用[M]. 北京: 地震出版社, 2017: 10.
- [25] 池顺良. 天然金刚石——3000Ma 以来上地幔未参与对流的物证[J]. 地学前缘(中国地质大学, 北京), 2002, 9(4): 422.
- [26] Mitchell, R.H. (1991) Kimberlites and Lamproites Primary Sources of Diamond. *Geoscience Canada*, **18**, 1-16.
- [27] 路凤香, 郑建平, 陈美华. 有关金刚石形成条件的讨论[J]. 地学前缘, 1998, 5(3): 125-132.
- [28] 肖化云, 刘丛强, 黄智龙. 金刚石包裹体中的古地幔信息[J]. 地球科学进展, 2001, 16(2): 244-250.
- [29] 池顺良. 地壳运动力学源探索[J]. 东北地质(科技情报), 1977(22): 16-26.
- [30] 池顺良, 钟荣融, 骆鸣津, 等. 大地构造和海陆起源的内波假说——关于板块学说的若干问题及其思考[J]. 地壳形变与地震, 1996, 16(1): 1-17.
- [31] 池顺良, 钟荣融, 骆鸣津, 等. 大地构造和海陆起源的内波假说——建立假说的大地构造学与运动学基础[J]. 地壳形变与地震, 1996, 16(2): 63-77.
- [32] 池顺良, 钟荣融, 骆鸣津, 等. 大地构造和海陆起源的内波假说——内波动力机制及能源分析[J]. 地壳形变与地震, 1996, 16(3): 72-88.
- [33] 吴珍汉. 旋转地球动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [34] 池顺良, 骆鸣津. 海陆的起源[M]. 北京: 地震出版社, 2002.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org