

从构造形成的新旋转假说观点 看构造圈的形变规律

K. F. 加波金

(国立乌克兰矿业科学院,第聂伯罗彼得罗夫斯克)

摘要 本文是为中国地球科学研究者而写的。文中介绍了地球构造圈构造形成的新的旋转假说及其一些成果:构造圈断块性和断裂继承性活动的规律。

关键词 断块性 断裂继承性活动

0 引言

本文的目的是向中国地球科学研究者介绍乌克兰矿业科学院提出的观点。这些观点认为地球构造圈形变是由于地球旋转体制的变化(角速度和旋转轴位置)而引起的。利用旋转力来解释构造现象早就引起研究者的注意,但是,他们多数只利用地球旋转体制的一个参数即角速度。例如,世界著名的中国学者李四光就是这种观点的创始者。我们的研究成果表明,上面提到的地球旋转体制的两个参数(角速度和旋转轴位置)都参与了构造的形成,而且,第二个参数变化所起的作用要大大超过第一个参数,换句话说,地球旋转轴(极)位置的变化是构造圈形变的主要因素。

建立在地球旋转轴位置变化基础上的构造形成假说,我们称其为新的假说,以区别原有的建立在角速度变化基础上的构造形成假说。这个假说首先发表在《地质杂志》上^[1],随后该文以英文在布达佩斯发表^[2]。最详细的介绍可从有关专著中找到^[3]。

本文将介绍应用上述假说的一些研究成果,重点介绍断裂形成的规律和与其紧密相关的构造圈断块性,地块沿断裂的位移和褶皱的形成。

1 构造形成的新旋转假说

采用地质-地球物理方法研究乌克兰地盾前寒武纪构造,取得了一系列关于断裂空间分布规律的重要成果,主要是:

- (1)前寒武断裂在地盾范围内排列不是杂乱的,而是处于一定的断裂系内。
- (2)每个系统都由两组走向相互垂直且等距展布的断裂所组成。已确定较明显的断裂系有

1997年 3月 20日收稿

本文由孙家树译,汪熊麟,吴淦国审校

五组: 走向方位角 0° 和 270° , 17° 和 287° , 35° 和 305° , 45° 和 315° , 77° 和 347° 。每一个系统内的断裂具有相似的地质样式。

(3)构造圈上部的断裂不是简单的破裂,而是较复杂的构造线,以构造岩、变质岩、岩浆岩等形式组成的新的产物,其中不少是特殊类型的构造现象,被称为“断裂”的或地块间的近于直交的等斜褶皱。

据文献证实^[3],类似规律在其他地盾和地台也有发现,其中包括李四光提出的令人感兴趣的资料。他研究了东南亚地区一系列 EW 向山链(南岭、秦岭、阴山等),指出“这些 EW 向展布的山脉与纬向构造带一致,而且这些山脉与构造也有成生联系”。当前需要建立一种假说,它既能解释断裂构造空间分布的上述特点,而且能为搞清新的全球规律性奠定基础。我们认为构造圈构造形变的新的旋转假说可适用于上述原则。这个假说的实质如下^[1-3]。

地球具有与之相适应的旋转体制和块体分布的均衡状态(大地水准面),由于地球与其周围宇宙物理场相互作用的结果,改变了它的旋转体制,必然产生新的均衡形态与之相适应。图 1a 列举了两个不同的地球表面轮廓,它对应于具有小夹角 Γ 的不同位置旋转轴。图上虚线代表地球原始位置,实线为新的均衡轮廓,即为适应晚期旋转轴的新位置。旋转轴(极)的移动在构造圈中产生应力,图 1a 示应力分布。极移在两个相对的象限内组成挤压带,另外两个象限则为拉伸带;角 Γ 增大导致应力增加,这种状态一直维持在上地壳弹性极限内(图中 k 点),一旦应力释放则产生深断裂和岩块沿断裂位移。此后地球深部重新恢复均衡状态^[5], Γ 角进一步加大,构造圈内继续有断裂形成。

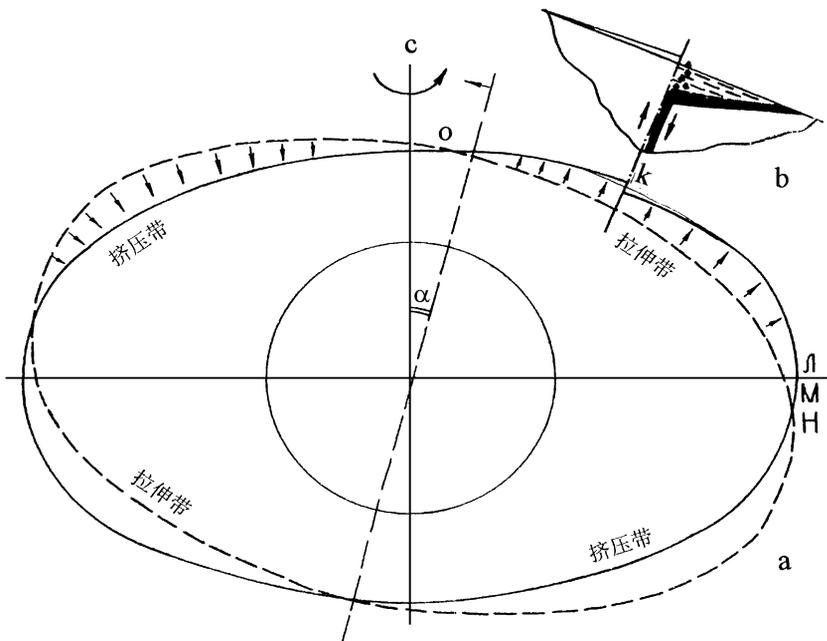


图 1 地球旋转轴空间位置变化所引起的构造圈应力场略图
 Fig. 1 Sketch of stress field in the tectonosphere caused by change of spatial position of earth's rotation axis

构造圈应力释放导致地球构造活动,在地球表面表现以下地质现象:

(1)构造圈上部发生破坏,其结果产生与活动有关的均衡断裂系统和岩块。图 2a 表示处于拉伸体制均匀应力状态下,构造圈第一次活动的断裂系统。

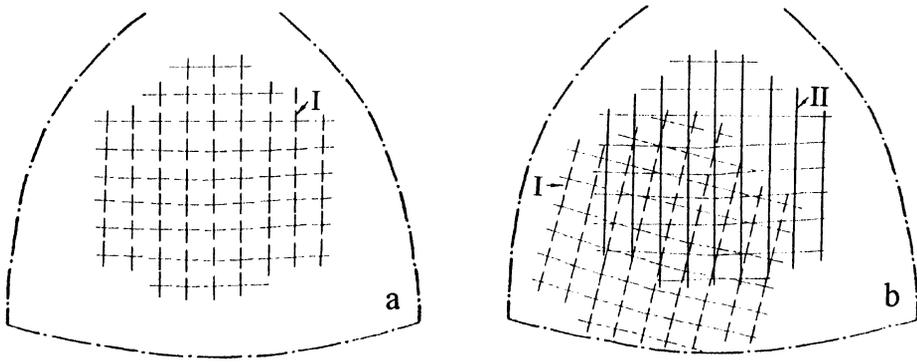


图 2 构造活动在构造圈中形成的断裂系统

Fig. 2 Fault systems in the tectonosphere resulting from tectonic activity

I . 第一次构造活动断裂系统; II . 第二次构造活动断裂系统

(2)图 1b(由 J. Moody 和 M. Hill 首先提出)表示构造叠加作用的乃是构造圈形成和沿断裂的岩块相对移动的结果。图 1b 有助于解释主要地质作用,如剥蚀作用,沉积作用,岩浆作用和强烈的变质作用。海拔高差导致剥蚀—沉积作用,隆升地块是剥蚀物质的主要来源,下降地块则是堆积的盆地。发生在 100—200km 深的断裂破坏了物质的聚集状态,处在这个深度下构造圈的岩石比在大气压力下具有更高的熔点,在高压下仍处于固态。但由于深断裂形成导致的减压作用,使岩石转入熔融状态成为岩浆,被熔融的岩石体积增大 10%,并沿断裂上侵到地球表面,这就是岩浆作用。此外,断裂作为良好的热通道,促使变质作用更加活跃。

(3)每一次构造期即代表每一次构造活动后深部压力释放。随后就是相对平静时期;地球旋转轴继续移动,又重新开始应力聚集和下一轮的应力释放。类似的新的构造活动使新产生的与前者有一定角度偏差的断裂系统叠加在前期构造圈断裂系统之上。图 2b 表示被扩展断裂系统的相应角度和沿地球表面的移动。

以上扼要说明了构造形成的新旋转假说的主要论点,需要补充说明的还有两点:旋转轴移动的可能原因和其沿地球表面移动的轨迹,已有的资料都是实验性的。我们星球发展的任何规律性结果,都是根据地球与银河系相互关系而确定的力学均衡方程式。地球——磁性体,在银河系交替磁场作用下确定它的旋转时期,但仅仅在这种情况下,即地球不同部分相对移动。如地核相对于由它分离出的地核外层准液体向地幔移动的情况下,旋转极沿地球表面移动才有可能。

极移轨迹显示出复杂的图象,运动的特点表现为重叠其上的不同序次的先前圆周运动。大量级圆周近于 $0.1''$,周期为 1 年和 1.2 年。显生代最早序次圆周近于 $15'$,周期为地质纪年代),外观上极轨迹运动类似被更高序次环形复杂化的拉长的螺旋线。

2 构造圈断块性

通常认为,地块是地球表面以断裂为界的一部分,它具有结构上的共性和同一的形成历史。地球表面曾发生多次活动,而构造圈断块则是断裂活动的必然结果。图 3a 示不同期次断裂穿插组成相应期次地块系统,粗线表示断裂序次和相应的同一系统的地块。

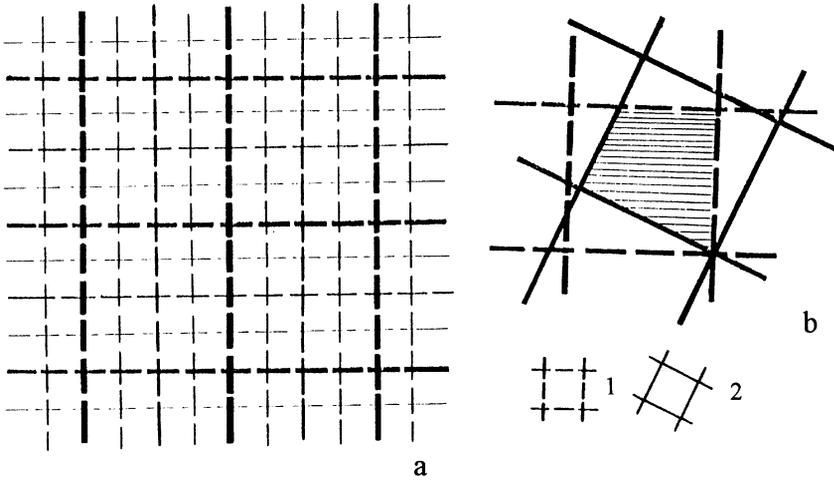


图 3 构造圈断块体图

Fig. 3 Block systems of the tectonosphere

a. 一次构造活动; b. 二次连续构造活动; 1. 第一次构造活动断裂; 2. 第二次构造活动断裂

现在,我们来研究一下不同期次断裂系统依次叠加时构造圈地块形成的一些特点。可以简单地认为所研究的系统为同一期次的断裂系统。图 3b 为两次构造活动所形成的断块略图。每一次的活动都产生自己的断块系统,所以,地块代表的不仅仅是空间位置,也代表地质作用的时间过程。

应当指出,地块形成的最初和最后阶段发生在地壳的不同部位,新生地块有时也会与先成地块相重合。在早期地块范围内形成的新地块会含有早期地块部分,同一次形成的地块除具有共同性外,由于该范围地壳先前历史不同而具有差异性。

由于岩石圈地块构造形成的连续性,可以认为,某些地段的地质情况是同样的或相似的(图 3b 细线部分)。这些地段被不同时代断裂所围限,呈不规则多角状形态,他们是构造活动综合影响的结果。这类地块(即断块)的划分是简单的,也较为客观,因而流传也较广。但是,如果考虑地质研究的最终目的是找矿的话,不恢复地块地质构造历史,找矿预测将是不可能做到的,所以,就必须研究这类地块形成前的地质历史。换句话说,重要的地质课题不是要研究现今地块而是“古地块”;具体地说,就是研究不同时期形成的断裂系统以及沿着这些古断裂产生垂直位移所形成的现今地块。“古地块”一词如果不赋予它形成时间,则其含义仍然是不确定的。因此,恰当地说,地块应是由同期断裂系所形成的。例如走向 45° 和 315° 断裂系形成的地块。

必须指出,上述构造活动叠加的图形甚为简单(图 3b)。第一个地块有两次活动,而第二个地块仅有一次活动。如果考虑到在前寒武纪岩系中至少有六期构造活动^[3],且注意到断裂和地

块的级别(如图 3a所示),则构造圈断块性的总图形就很复杂,这大概就是研究利用地块形成各期模型遇到困难的原因之一。

此外,在研究构造圈断块性的实际过程中,常常在不丢掉多期概念的前提下,部分简化上述复杂的模型。由于研究区并不是所有的构造活动表现都一样,这种简化是可能的。在一定比例尺范围内,构造活动的某些影响可以忽略,对断裂按较高级别来处理。因此,对每种比例尺具有代表自己等级的断裂和由它而形成的地块,他们之间相互隶属关系是可以确定的。如 1:200000图上的I级断裂与 1:500000图上II级断裂相对应。

最后我们来研究地块范围。在乌克兰地盾,波罗的海地盾,阿纳巴勒地盾和波罗涅日结晶地块中,按 1:500000-1:1000000比例尺要求,详细研究了断裂系,发现同一级别的断裂之间稳定间距为 $140 \pm 10\text{km}$ 和 $70 \pm 5\text{km}$ 。因此,在这些地块内该间距在这些比例尺中可假定为一级。在更大比例尺中,可规定地块的取值为主断裂的 $1/2$ 或 $1/4$ 等,块间为断裂带,其对应宽度为 $15 \pm 5\text{km}$, $10 \pm 5\text{km}$, $5 \pm 3\text{km}$ 等。

至于在小于 1:1000000比例尺的情况下,上述地块内这一问题实际上尚未研究。所知仅仅是 $140 \pm 10\text{km}$ 大小的地块的多倍联结才保持着自己的一致性。李四光确定中国纬向构造带的间距为 $840 \pm 50\text{km}$ ^[4],相当于大小为 $140 \pm 10\text{km}$ 地块的六倍。

3 断裂继承性活动的规律

A. B. 裴伟所确定的大地构造活动继承性原则对恢复构造圈形成历史有重大意义^[7]。这一原则已为大家所熟知,这里,我们着重研究继承性要素与在早期地质背景上新断裂系的形成二者之间相互关系的特有规律。

当构造圈内达到临界应力状态时会产生新的断裂系,局部老地块发生错动,早期断裂系部分复活(活动性),但总是所形成的断裂的轴线与地球应力场衰减的方向一致。图 4表示早期系统的断裂成分参与形成新断裂的简图。显然,古老断裂系统复活(继承性成分)条件取决于改造过程中能量消耗最小。这种规律可见于断裂形成和与其有关的任何时期(从前寒武纪直到中-新生代)的表层构造,进而影响现代河流、沟谷网络的形成。继承性活动现象的规律在乌拉尔构造-岩相带很明显。该带是在一级乌拉尔深断裂的基础上形成的(图 5),一般认为,乌拉尔本身就是在晚元古代和古生代发育起来的内地槽系。

需要强调以下几点:

(1)乌拉尔构造-岩相带总体呈 SN 走向,但它在某些地段的走向则偏离 SN 向,这些地段的轴线走向标绘在图 5上。

(2)乌拉尔构造-岩相带线性成分的走向与乌克兰地盾前寒武纪断裂构造走向一致,而且与连接

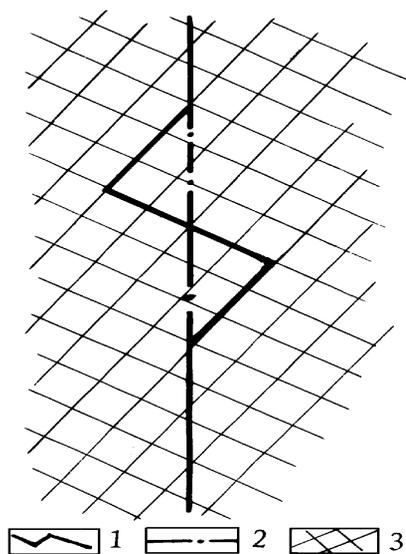


图 4 继承性断裂构造形成示意图

Fig. 4 Sketch showing the formation of inherited fault

1. 断层; 2. 断层轴线; 3. 早期断层

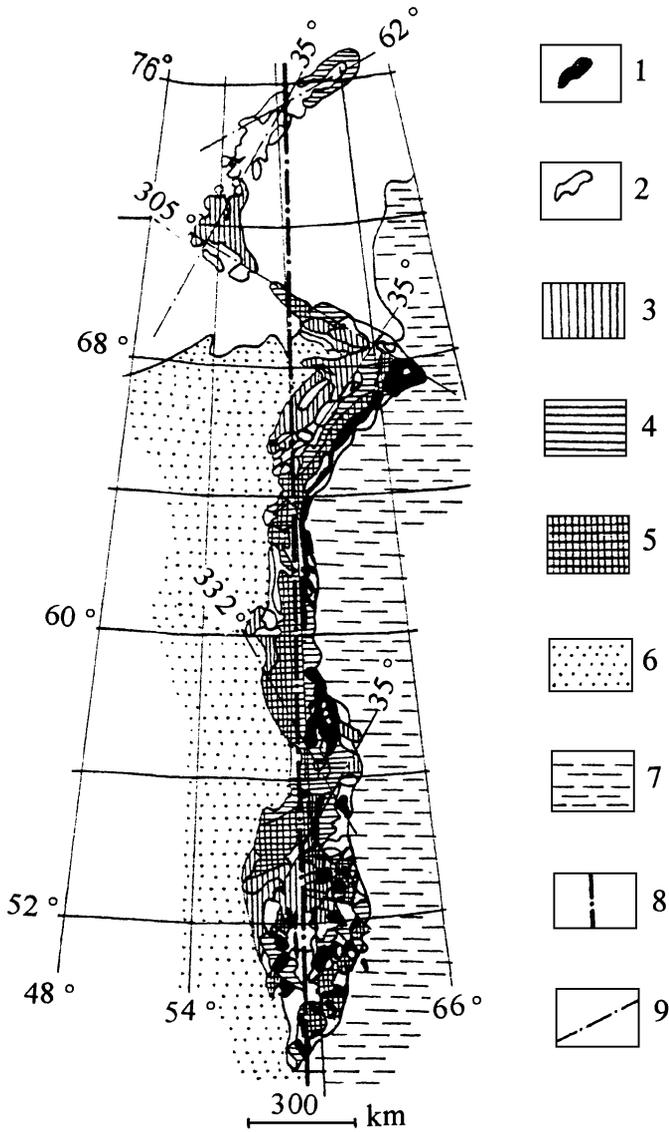


图 5 乌拉尔构造—岩相带大地构造图

Fig. 5 Tectonic map of Ural tectono-lithofacies belt

1. 基性和超基性岩体; 2. 酸性岩体; 3. 上古生界; 4. 下古生界; 5. 元古界;
6. 东欧地台东缘; 7. 西伯利亚地台西缘; 8. 乌拉尔构造—岩相带轴线;
9. 乌拉尔构造—岩相带块断轴线

乌拉尔的东欧地台和西西伯利亚地块的边界断裂系的走向一致^[9]。也就是说,这些地段参与了相应断裂系统的形成

(3) 尽管乌拉尔构造—岩相带是多期形成的,其总的特性与它开始形成阶段的特点有关,部分地段空间走向表现为总体轴线走向为 SN 向(方位角为 2° — 3°),断裂系的走向为 305° 和 35° , 332° 和 62° , 347° 和 77° 。SN 向乌拉尔构造—岩相带相应地段的形成与上述断裂系的活动有关,在这些正交断裂系产生之前,SN 向乌拉尔构造—岩相带就已存在,乌拉尔深断裂是该

带的代表 所以,利用继承性活动规律有助于确定构造圈断裂系统形成的前后顺序

参 考 文 献

- 1 Тяткин КФ Новая ротационная гипотеза формирования тектонических структур в земной коре Геол. журн. , 1974, N4, с. 3– 16.
- 2 Tyapkin K F, A new rotation hypothesis on the development of the tectonic systems of the Earth's crust, Geophysical Transactions, 1977, N24. P. 39– 53.
- 3 Тяткин К Ф Кивелок Т Т Изучение разломных структур в поле геофизическими методами М.: Недра, 1982, 239 с.
- 4 Ли Си-Уан Широтные тектонические зоны Гелогия Китая Москва:Изд-во ИГиЛ, 1952 с. 196– 224.
- 5 Tyapkin K F, A new isostatic model of the Earth, Geophysical Transactions, 1984, 30(1) P. 3– 10.
- 6 Moody J, Hill M, Wrench-fault tectonics, Bull. Geol. Soc. Am. 1956, 67(9) P. 1207– 1246.
- 7 Пейве АВ Принцип унаследованности в тектонике Изв. АН СССР, сер. геол. и почв. 1956, N 6, С. 11– 19.
- 8 Соболев И Д Основные черты глубинного строения Урала, Глубинное строение Урала Москва: 1968. С. 28– 37.
- 9 Тяткин К Ф Особенности разломно-блоковой тектоники Украинского щита в сопоставлении с Уралом Глубинное строение Урала и сопредельных регионов, Свердловск: 1988. С. 40– 54.

A NEW HYPOTHESIS ON THE DEFORMATION LAW IN THE TECTONOSPHERE— AS A RESULT OF THE CHANGE OF INCLINATION THE EARTH'S AXIS

Tyapkin K F

(*State Mining Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine*)

Abstract A new hypothesis on the formation of structures in the tectonosphere effected by the change of the inclination of Earth's axis and some research results are introduced in this paper. The block systems of tectonosphere and succeeding fault activity are discussed.

Key words block systems, succeeding fault activity

作 者 简 介

加波金 (Tyapkin K F), 教授, 乌克兰科学院院士。 通讯地址: Государственная горная академия Украины Днепропетровск, 320027, Украина.