

A Solar Motion Model Able to Associate with and Explain Several Solar Problems

Kefei Luo

Wuhan Hubei
Email: xpp9000@hotmail.com

Received: Oct. 9th, 2018; accepted: Oct. 24th, 2018; published: Oct. 31st, 2018

Abstract

In order to explain several basic solar problems, such as the origin of solar wind, the causes of solar flares, and causes of the sunspot cycle, etc., this paper presents a new solar motion model that believes the solar interior has a giant fractal spherical carbon set. The biggest spherical carbon in this carbon set constitutes a spherical shell, outside which is the flowing material layer formed by scattered grains and magma. Flare is a tremendous explosion of the nuclear fission chain reaction of heavy nuclei on the surface of the flowing material layer. The neutrons produced by and emitted from flares get into solar core and neutrons decayed into proton and participate in the interior nuclear reaction. In the solar core, there contains numerous smallest spherical carbons C60 in the fractal spherical carbon set, each of which is a separate burner where the nuclear burning completes; the particles emitted from one C60 in which the nuclear burning takes place can also enter another C60 and continue to take part in the nuclear reaction. If a particle has totally no chance to enter C60, it will be squeezed out of the core area and become a solar wind particle. The solar core is just a set of countless burners in which nuclear burnings take place instantaneously at different time.

Keywords

Fractal, Neutron, Spherical Carbon, Solar Flare, Solar Wind

一个能解释多个太阳难题的太阳运动模型

罗克非

湖北 武汉
Email: xpp9000@hotmail.com

收稿日期: 2018年10月9日; 录用日期: 2018年10月24日; 发布日期: 2018年10月31日

摘要

为了解释太阳风起源, 太阳耀斑成因, 太阳黑子周期成因等几个基本太阳问题, 本文提出了一种太阳运动模型。认为太阳内部有一个巨型分形球形碳集合, 该碳集合中最大的球形碳构成一个球形壳, 球壳外部是由散粒和岩浆形成的流动的物质层。耀斑是流动物质层表面上的重核裂变链式反应的巨大爆炸, 由耀斑散发出的中子进入太阳内核, 中子衰变成质子并参与内部核反应。在太阳核心, 分形球形碳集合中包含有无数的最小球形碳C60, 每一个C60都是一个单独的燃烧器, 氢核聚变反应在C60内完成, 从一个C60里核反应爆发射出的粒子可以进入另一个C60并继续参与核反应。如果一个粒子完全没有机会进入C60, 它将被挤出核心区域并成为太阳风粒子。太阳的核心是无数的燃烧器在不同的时间发生核聚变反应的集合。

关键词

分形, 中子, 球形碳, 太阳耀斑, 太阳风

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

太阳发出的光和热, 哺育了地球上的生命。但是, 它是如何运作的, 为什么有那么多的变化, 我们了解得十分有限, 尽管人类做了巨大的努力, 太阳却似乎始终保守着它的秘密。

随着太阳日震学在确定太阳内部结构和旋转方面取得的巨大进展, 让我们有机会来研究和揭示关于太阳内部的信息(见 Thompson *et al.*, 2003, 关于内部旋转的优秀回顾) [1]。虽然日震学的研究取得了一些重要的成果, 但我们仍然要面对许多尚未解决的太阳物理难题。

有关太阳内部的基本理论模型可以追溯到 20 世纪 30 年代(Bethe 和 Critchfield, 1938; Bethe, 1939), 结合太阳结构的模型及其核心条件, 即温度、压力、粒子密度、成份、所谓的标准模型(Bahcall *et al.*, 1995), 以及太阳将氢元素转化为氦的质子-质子(PP)和碳氮氧(CNO)的核聚变反应链, 决定了太阳的能量来源[2] [3] [4]。

标准太阳模型虽然被认为是很成功的, 但是, 标准模型并没有告诉我们太阳复杂变化的原因。如太阳风的起源、太阳耀斑的成因和日冕物质抛射(CMEs)、太阳黑子周期的原因等, 这些都是众所周知的太阳难题和挑战(见 Jager 和 Akasofu, 1999) [5]。

在了解、研究了我們观察到的许多太阳现象, 特别是日震学所揭示的太阳内部旋转状态的信息之后, 我开始思考几个太阳难题之间是否存在关联? 因此, 结合我自己独创的球形分形集, 我设计了一个新的太阳运动模型, 它可以将几个太阳难题联系起来, 并通过这个新模型描述太阳的运动机制, 从而解释太阳风的起源、太阳耀斑、日冕物质抛射(CMEs)和太阳黑子周期的原因。

2. 分形球形碳无穷集

2.1. 分形

今天, “分形”这个词对我们来说已经不再陌生了。分形在我们周围随处可见——云、山、树、植

物、陆地、海岸线和空间的形状，在数学和科学中都可以看到它们的出现。分形物理学已经成为物理学的一个重要分支。

最简单的分形是康托尔集(图 1)(见 Mandelbrot, 1982),以 19 世纪德国数学家康托尔(Cantor)的名字命名[6]。康托尔创立了集合论并引入了无穷数的概念(见 Dauben, 1979) [7]。

2.2. 球形碳

球形碳分子 C60 的发现最初始于天文学领域的研究，科学家们首先对星体之间广泛分布的碳尘产生了兴趣。理论天文学家推测，星际间的黑色云状物中，有包含着碳元素短链结构的分子。1985 年，Kroto 等人在苏塞克斯大学和莱斯大学发现了一种新的碳形式[8]。这种新形式的碳是由 60 个碳原子以六角形和五角形的形式连接在一起，形成一个完全球形的形状——就像足球一样!这就是球形碳分子 C60。

随后，世界各地出现了对球形碳的研究热潮，人们发现球形碳具有极其特殊的物理和化学性能。一些人还估计可能会有更大的球状碳。球形碳也称富勒烯(fullerenes)。Ugarte (1992)通过电子显微镜观察了一种超级球形碳“洋葱状富勒烯”(见图 2(a)) [9]。在 1998 年，Xu B. S.和 Tanak S. I.又发现了一种结构更为复杂的超级球形碳(见图 2(b)) [10]。在自然界中，会不会有更大更复杂的球形碳存在呢? 请参阅图 3。

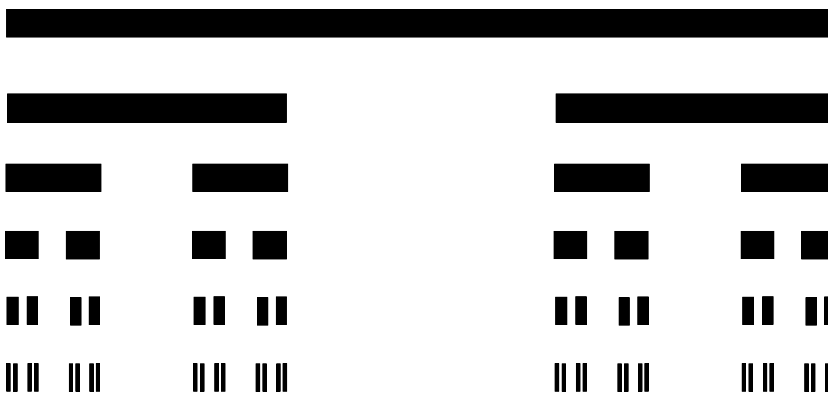


Figure 1. Cantor set, named after the 19th-century German mathematician Georg cantor
图 1. 康托尔集，以 19 世纪的德国数学家康托尔命名

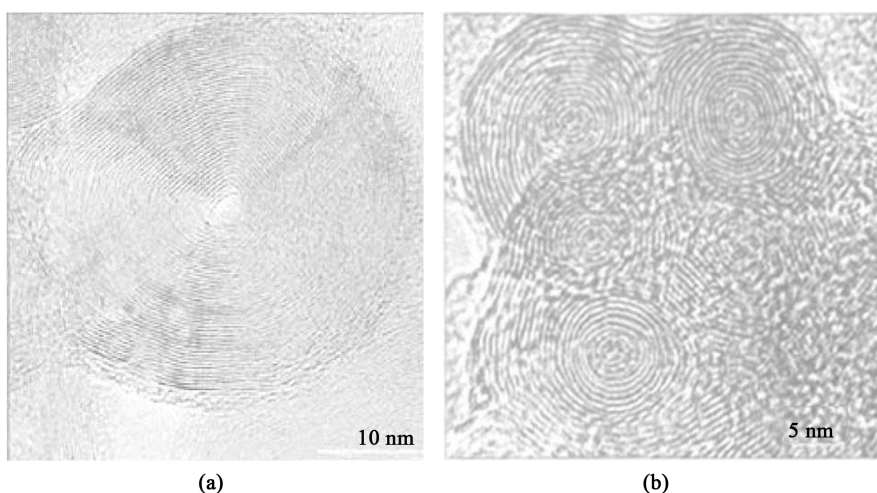


Figure 2. (a) Onion-like fullerenes (Daniel Ugarte, 1992); (b) onion-like fullerenes with complex structure (Xu B.S.; Tanaka S.-I., 1998)

图 2. (a) 洋葱状富勒烯(Daniel Ugarte, 1992); (b)一种具有更加复杂结构的洋葱状富勒烯(Xu B. S., Tanaka S.-I., 1998)

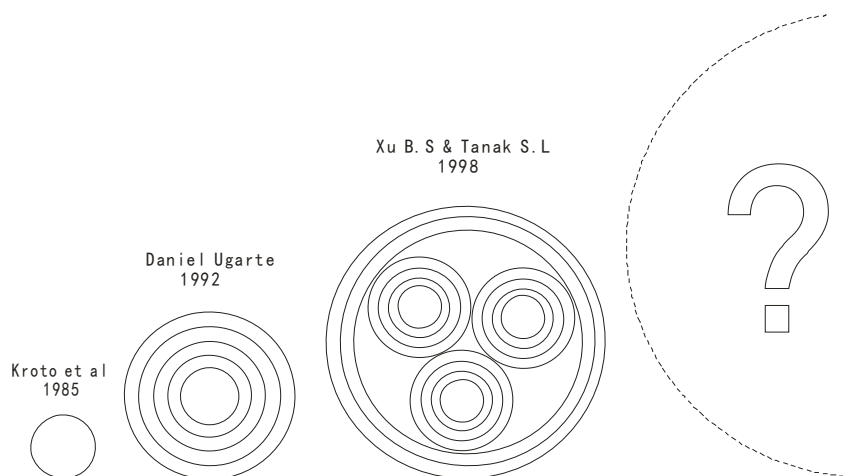


Figure 3. Will larger forms of super spherical carbons exist in nature?
图 3. 大自然中是否存在更大形式的超级球形碳呢？

2.3. 分形球形碳无穷集

图 4 是我创作的一个空间特性十分有趣的分形集图案，它是应用了三个概念或元素“分形”、“球形碳”、“无穷大”相结合而成。在几何学的意义上，图形的观察者可以无限推演图形所展示的规律。不论一个球形碳集合有多大，它总是作为一个子集而属于一个更大的球形碳集合，如此可无限类推，所以它是一个无穷集。

我认为，具有图 4 特征的球形碳集合，有可能实际存在于我们的宇宙中。根据日震学研究揭示出的太阳内部旋转状态的信息，并综合了几个太阳难题的特点，我构思出一个将图 4 引入到太阳结构中的实体构造的太阳运动模型。下面就是应用这个模型来说明太阳的运动机制，并以此来解释许多的太阳难题。

3. 新模型下太阳的基本结构

如图 5 所示，在太阳的中心区是一个巨型超级球形碳分形集合，这个集合的结构是奇妙而完美的，不过我们只有切开它才可以看到它的真相。在它的外面是流动的物质层。流动的物质层有两种不同状态的物质，既岩浆，和流动的散粒(散粒是一种常见的、可以流动的固态物质，沙子、谷粒都可称之为散粒)，这些流动的物质构成了所谓的对流层(convection zone)。其中的散粒可能是来自落入太阳后分解的球粒陨石的具有高温稳定特性的球粒。

流动的物质层的外面是太阳的大气层。我们已观测到太阳的外层大气(日冕)的温度高达 1000000°C ，而有形的表面温度大约只有 5800°C 。这也是一个天体物理学方面的难题[11]，因为它似乎违犯热力学第二定律。在本文的新模型里，这个问题是好理解的，这是由于流体状态和散粒状态的物质，与气态物质有不同的物态特性所导致。

我们知道，液态与固态物质存在一个临界温度，而气态物质的温度没有上限。如果太阳只是一个纯粹的气体球，就很难解释我们观测到的这种外面温度高、而里面温度低的怪现象，因为热能是由中心向外传递的。

在太阳的内部，日震学的研究表明，太阳对流层的底部显露了坚实的固态轮廓[12][13][14]。此外，Kosovichev 和 Zharkova (1998)根据由 SOHO 太阳探测飞船上的 Michelson 多普勒成像仪收集的数据，确定出一个中等大小的太阳地表地震波，并获得了一系列太阳表面图像(图 6)，它清楚地表明这部分内容的状态的物理特征[15]。

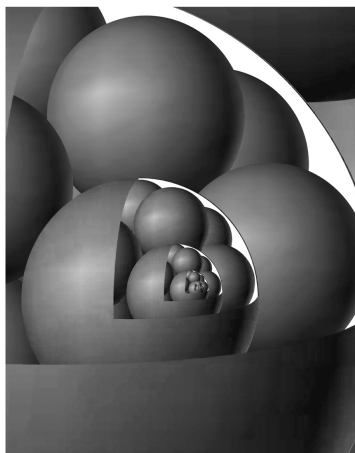


Figure 4. Infinite sets of fractal spherical carbon. I believe that the solar core is a giant fractal infinite set of spherical carbon. Such spherical carbon set almost exists in the interiors of all of the heavenly bodies. Under the interior pressure of the heavenly body, the spherical carbon set is in the superconducting state, its supercurrent is the origin of the heavenly body's magnetic field. On the other hand, if it is crushed, the heavenly body will collapse

图 4. 分形球形碳无穷集。我认为，太阳的内核是一个巨大的分形构造的超级球形碳集合，该种碳集合几乎存在于所有的天体内部，在天体内部的巨大压力下，外层的球形碳集合处于超导态，它的球面超电流是天体磁场的起源。另外，如果它被压破，将会导致天体的坍塌

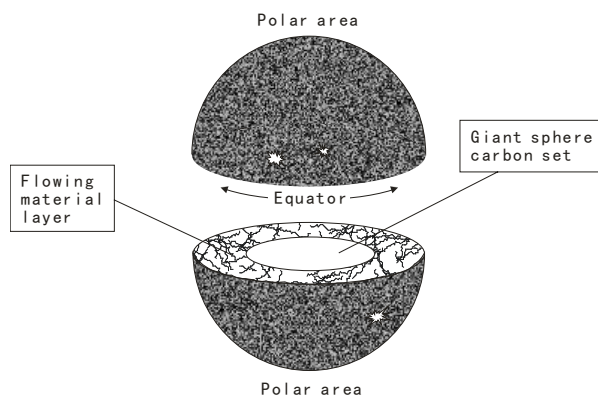


Figure 5. The solar core is a giant spherical carbon set, its outside is flowing material layer, namely, magmas and grains layer

图 5. 太阳中心是一个巨型球形碳集合，它的外面是流动物质构成的对流层

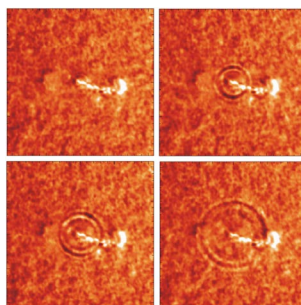


Figure 6. This (from Kosovichev & Zharkova) is a Sun's surface seismic wave exploded by a medium-sized are on July 9th, 1996. In appearance, the ripple released by the wave is similar to that causing by a stone being thrown into a pool. It shows the information of physical characteristics in this part

图 6. 这个是 1996 年 7 月 9 日发生的一次中等大小的太阳表面地震波(from Kosovichev, Zharkova)。在外观上，波浪释放的波纹类似于石头被扔进一个水池。它显示了这部分物理特征的信息

4. 太阳耀斑散发中子

在这个模型里，太阳耀斑是在太阳表面的流动物质中的重核物质，发生了核裂变链式反应的巨大爆炸，它生产了大量的中子发射到太阳的内核里面(见图 7)。耀斑产生中子的事件已被多次观测到[16] [17] [18]，并发现耀斑中子还到达了地球[19]，及耀斑中子衰变成质子与电子[20] [21] [22]。

太阳耀斑的中子发射(SNEs)已显然不是孤立的事件，目前，大约十例可靠探测到的太阳中子事件(SNEs)是已知的[23]。当然，也有来自耀斑的质子发射，但我强调中子发射，是因为中子的穿透性比质子强，并更容易到达太阳的内核。

5. 太阳内部的核反应

如示意图图 8，在太阳核心的分形超级球形碳集合中，包含有无数的最小的球形碳 C60，每一个 C60 都是一个独立的燃烧器。在它的球形空间内，不断吸收累积从耀斑及其它燃烧器燃烧时散发的中子与质子，当累积的粒子的密度达到核聚变的条件时，核燃烧发生；或是粒子密度接近核聚变条件时，由于相邻的燃烧器先燃烧而被“点燃”。核反应使燃烧器内的粒子猛烈散发，随后，燃烧器又开始重新累积从外部射入的中子与质子，如此间歇式地工作。太阳的核心，就是一个由无数的燃烧器在不同时间的瞬间核燃烧所构成的集合。

在刚刚燃烧过后的燃烧器(C60)内，总有些残留粒子。当一个入射粒子与一残留粒子发生弹性碰撞时，入射粒子将一部分动能传给残留粒子，使自身的动能减弱并不能再穿越出 C60 时，便留在了该 C60 内，如此逐渐累积，直至再次发生核燃烧。一粒子要进入 C60 内，首先要有一较好的入射角度，不能碰到球形碳分子中的碳核；其次要有一定的动能，并且进入后还要与 C60 内的粒子发生弹性碰撞。显然地，从一个 C60 内核燃烧时散发出的粒子不会全部进入其它的 C60 中。

燃烧器在发生核燃烧时散发的粒子主要有质子、 α 粒子、中子，也可能有氘、氚等。一部分从燃烧器散发出的粒子能够直接进入其它燃烧器(C60)中；一部分则只能在运动中寻找进入 C60 的机会。相比之下，中子良好的穿透性使它得到的机会最多， α 粒子的穿透性比中子、质子都差，因而机会最少。而我们最关心的则是质子的命运，尽管质子的机会比 α 粒子多，但是，一个质子如果没有机会进入一个 C60 内，那么它将与 α 粒子一起逐渐从小球形碳的空间被排挤出至更大一级的球形碳空间中，最终被排挤出核心区，成为太阳风粒子。也就是说，太阳风是太阳排出的废气，其中的质子是由于已经完全没有机会进入 C60 而被排出的。这就是为什么作为太阳核能燃料的氢核(质子)，也会不断从太阳流出的原因。

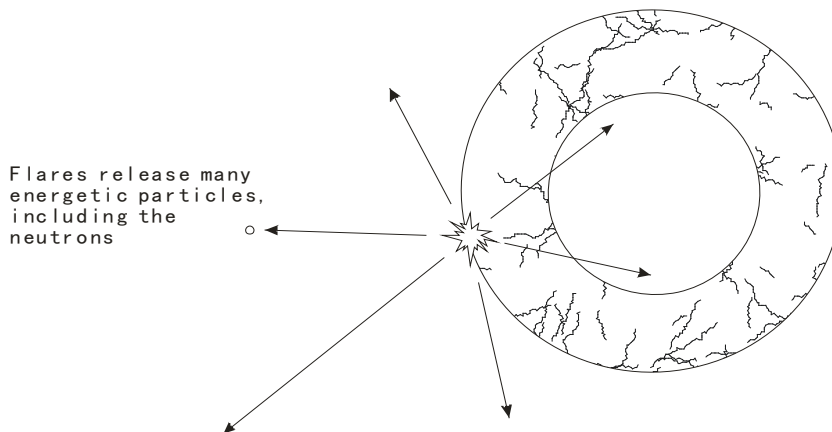


Figure 7. The neutrons produced by solar flares get into the solar core
图 7. 太阳耀斑产生的中子进入太阳核心

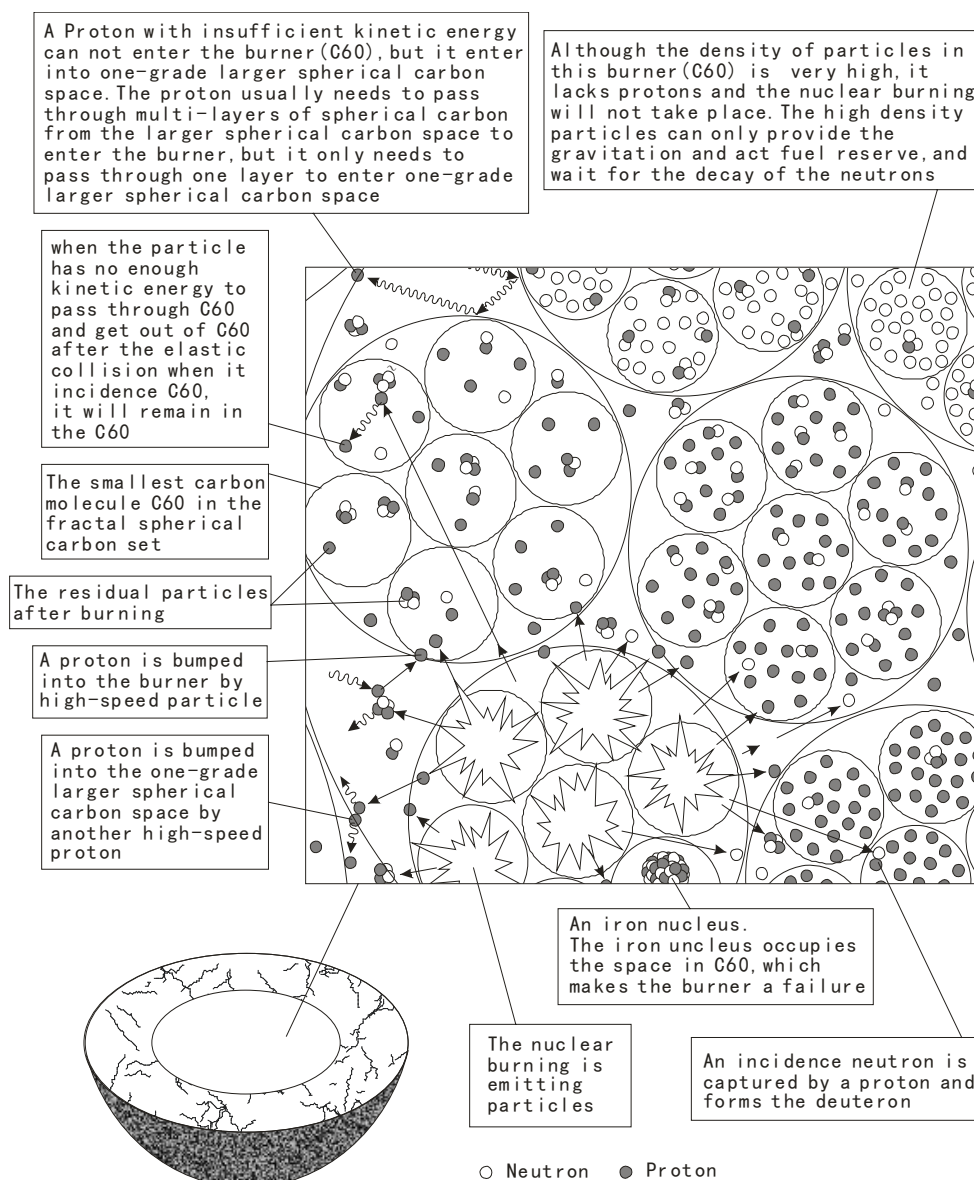


Figure 8. The solar core is a giant fractal set of spherical carbon, there contain numerous smallest spherical carbons C60, in the fractal spherical carbon set, each of which is an independent burner. The solar core is just a set of countless burners in which nuclear burnings take place instantaneously at different time

图 8. 在太阳核心的分形超级球形碳集合中，有无数的最小球形碳 C60，每一个 C60 都是一个独立的燃烧器。太阳的核心，就是一个由无数的小燃烧器在不同时间的瞬间核燃烧所构成的集合

耀斑爆发时散发的粒子，要进入核心区内的燃烧器 C60 中，需要穿越流动物质层后还有足够的动能，这显然也是中子的机会比质子要多。一个燃烧器 C60 在经历了一次核燃烧后，如果有多个氦核残留，那么在接下来的再一次核聚变反应时，就可能发生氦燃烧。由于较大的核子不容易排出 C60，接下来的核聚变就会进一步形成更大的核子，但是一旦燃烧器内形成了铁核后，这个燃烧器就基本失效了，就象一个塞满炉渣的炉子。铁核占有了 C60 内的空间，又难以从 C60 内排出，可供入射粒子进入、累积的空间减小，并且进一步的核聚变反应成比铁核更重的核子也不再产生能量，而是要消耗能量了。一颗恒星的内核中，有多少失效的燃烧器，以及失效燃烧器增加的速度，是决定恒星寿命一个重要参数。也就是说

恒星的寿命取决于内核中氢的数量，这一点与当前的恒星演化学说是一致的。

众所周知，在标准的太阳模型里，由碳氮氧(CNO)循环产生的氦核占比很小，质子-质子链产生氦核是主要的，但实际上，也应有中子的参与。太阳耀斑产生的中子将会不可避免进入太阳的核心之内，那些进入核心的中子也不可避免地会影响到太阳的核反应。从而，导致太阳核心的核反应将是多样性的。标准的太阳模型的聚合反应过程是：



而由于有中子的参与，还应有许多反应过程：



太阳内核的核聚变反应是多种方式地消耗中子与氢核形成氦核，而大多数氢核又是来自中子的衰变。

6. 太阳表面的较差自转与太阳风的起源

早在 1611 年，Scheiner 开始了对太阳系统的观察。他注意到，在较高的纬度上的太阳的黑点有较长的寿命，超过在赤道附近那些黑点的寿命。现代观察证实了 Scheiner 的早期的研究结果。太阳转动不象一个固体，在太阳的赤道它转动一周在大约 27 天，而在它的极区需要 31 天[24]。这个现象就是所谓的太阳较差自转(Solar Differential Rotation)。

如图 9 所示，在太阳核心球壳内的巨大膨胀力与对流层物质的巨大压力下，象挤奶一样，氢核与氦核被从球壳内挤出到外部空间而形成太阳风。同时，由于太阳核心磁场的存在，使氦核和氢核的运动受洛伦兹力的作用而偏转，从而，推动了对流层物质的运动；又由于赤道地区磁场的磁力线与运动电荷、即氦核和氢核的运动方向垂直，其洛伦兹力比两极地区大，因此太阳的赤道地区转动比两极地区要快。

戴韦等人(Duvall *et al.*, 1984)发现，大部分的太阳内部旋转的速度比表面略少[25]。另外，布朗(Brown, 1985)首先证明了太阳表面上的较差旋转侵入到了对流层内部[26]。图 10 是从日震学获得的太阳内部的旋转信息[27]。

7. 太阳流动物质层重核的来源与日冕物质抛射

在太阳上，我们观察到有两种形式的质量损失，稳步的太阳风粒子流出，和零星弹射的等离子结构，即日冕物质抛射(CMEs) [28]。

1998 年 6 月 2 日，SOHO 飞船上的望远镜观测到两颗彗星钻进太阳，在彗星消失后，爆发出一巨大的、明亮的日冕物质抛射(CME) (图 11) [29]。

与彗星不同，小行星和陨石体不像彗星那样容易被观察，我们虽然没有拍摄到小行星或陨石体曾经落入太阳的照片，但绝不意味着它们不！

我们知道，每年都有许多的陨石落在地球，作为太阳系引力中心的太阳，落入的陨石体应该更多。保罗·法里尼拉等人(Paolo Farinella, *et al.*, 1994)研究发现，小行星或陨石也可以落入太阳[30]。他们跟踪了 47 个研究对象，其中发现 19 个小行星落入太阳，言下之意是，相比落入行星或弹射出太阳系，小行星

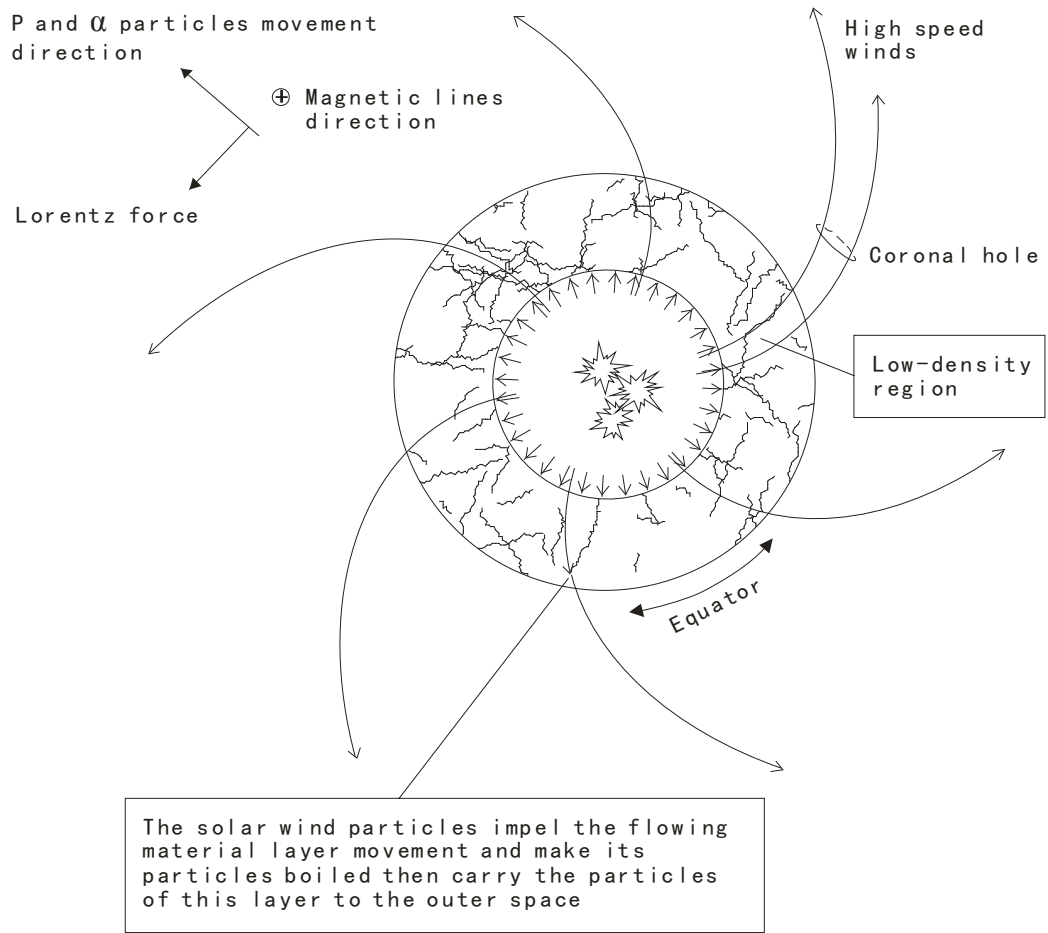


Figure 9. The movement of the P and alpha particles forms the solar wind from the core towards the outside, and deflection occurs under the action of Lorentz force

图 9. 氢核与氦核粒子从核心向外部运动形成太阳风，并在洛伦兹力的作用下发生偏转，同时推动了对流层物质的移动

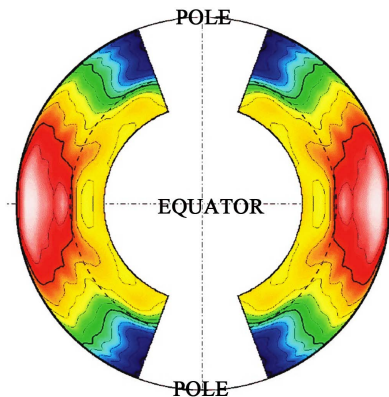


Figure 10. The image (from M. J. Thompson) above shows all of the rotation speeds in the solar interior. The red part represents that the Sun rotates fast in the interior and the blue is slow part. We can see that the rotation in the solar surface extends inward, and then rapidly disappears at the bottom of the convection zone (as shown by the dotted area)

图 10. 这是从日震学上获得的太阳内部的旋转信息(from M. J. Thompson)，它显示了太阳内部的所有旋转速度。红色部分代表太阳内部的快速旋转的区域，蓝色是缓慢的部分。我们可以看到太阳表面的旋转向内延伸，然后在对流区的底部迅速消失(如虚线区域所示)

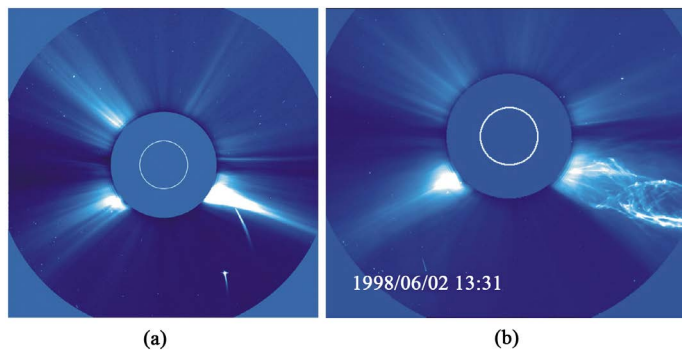


Figure 11. (a) (b) On June 1st and 2nd, 1998, two comets plunged into the Sun. (Goddard Space Flight Center, (1998, June 3rd) NASA press release, “SOHO observations of two sungrazing comets 1998 June 2nd”). from https://umbra.nascom.nasa.gov/comets/SOHO_sungrazers.html

图 11. (a) (b) 1998 年 6 月 1 日和 2 日，两颗彗星坠入太阳。(戈达德太空飞行中心，1998 年，6 月 3 日 NASA 新闻稿：“SOHO1998 年 6 月 2 日观测到两颗掠日彗星”) https://umbra.nascom.nasa.gov/comets/SOHO_sungrazers.html

或陨石体落入太阳是一种较常见的命运。由此可见，每年落入太阳的陨石体与小行星是一个很大的数量。

彗星落入太阳能引起 CMEs，难道小行星落入太阳就无影无踪了吗？我们没见到它们落入太阳的过程，但我们见到了 CMEs，也就是说，CMEs 是小行星或陨石体及彗星撞击太阳表面后，使表面物质飞溅沸腾再加上太阳风作用的结果。

目前，全世界大约收集有 9000 个陨石，科学家们已对它们进行了分类，主要有球粒陨石、非球粒陨石、铁陨石和石铁陨石等。最大的铁陨石是被发现在非洲那米比亚的一个陨石，命名为 Hoba，重 123,000 磅(55,000 公斤) [31]。我国最大的一个铁陨石在 1898 年发现于新疆阿勒泰地区，该陨石重约 30 吨，居世界第三。陨石体、小行星和彗星落入太阳，可使流动物质层获得许多的新物质，包括耀斑所需的重元素(见图 12)。

8. 太阳黑子的作用与周期

太阳黑子的一般行为的纬度分布在很久以前就被描述，Maunder 在 1904 年发表了太阳黑子分布的纬度一时间图表，成为著名的“蝴蝶”图[32]。观测及研究表明，黑子有极强的磁场[33]，太阳耀斑的起源，似乎总是发生在太阳黑子磁场区域附近，并紧紧依赖于不稳定的与此相关联磁场的扭曲或剪切[34] [35] [36]。

我们已知道，陨石体、小行星不仅仅只落入地球，更多的是落入了太阳。在太阳的特定的物理环境下，黑子的强磁场能使落入太阳的陨石中的铁磁性物质集结。当黑子运动时，由于集结的铁磁性物质的磁滞效应，在黑子磁场与集结物磁场之间就会发生磁场的扭曲或剪切。

更确切地说，落入太阳的陨石体中的铁磁性物质，被黑子的强磁场吸引、集结并磁化，在黑子与集结物相对静止时，黑子磁场的磁力线与集结物磁场的磁力线是以最短的路径连接；当黑子与集结物作相对运动时，由于磁滞效应，集结物的磁场方向不会立刻随黑子的运动而改变，因此，在黑子磁场与集结物磁场之间的磁力线必然会发生扭曲。太阳耀斑就是铁磁性集结物质发生了核裂变链式反应，并散发出大量中子。一集结物有多大、是什么成分，决定了一耀斑的特点。在太阳黑子磁场区域附近，观测到磁场的扭曲与剪切，继而发生耀斑，这是一个非常关键的细节。

黑子周期的原因，是由于太阳表面的流动物质层在经历过一次黑子极大值后，铁磁性重核元素物质被耀斑大量消耗，而重新获得陨石体或小行星带来的重核元素需要一定的时间，所以太阳黑子是周期性地“扫描”太阳表面。见图 13。

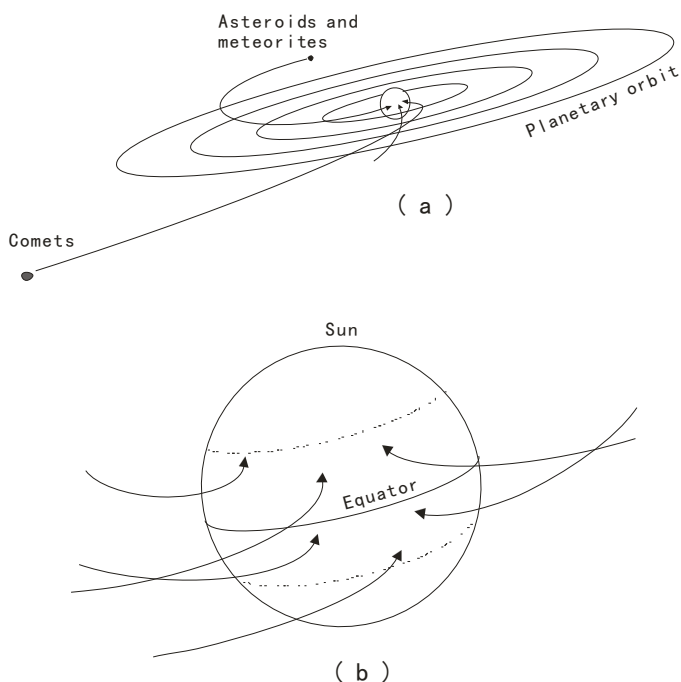


Figure 12. (a) Configuration of solar system; (b) the regions of asteroids, meteorites and comets fell on the Sun's surface
图 12. (a)太阳系的结构; (b)小行星、陨星体和彗星落在太阳表面的区域

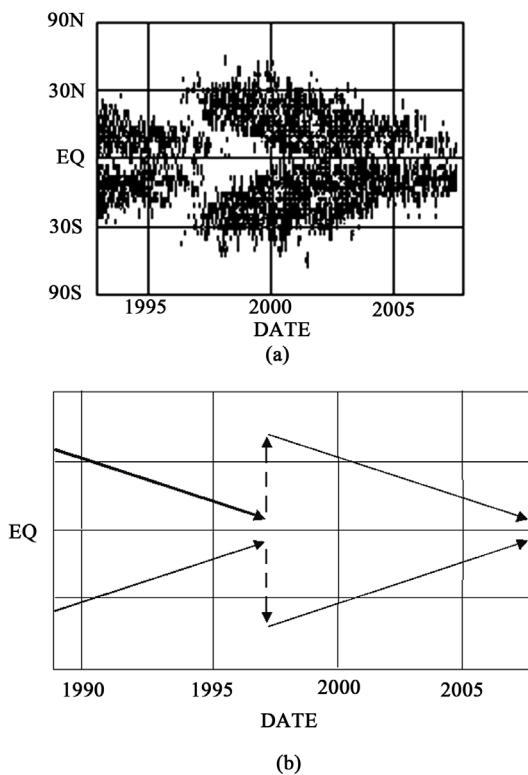


Figure 13. (a) The sunspots periodically appear on the Sun's surface, from <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>;
 (b) The butterfly diagram is the process that sunspots scan the Sun's surface

图 13. (a)黑子周期性地出现在太阳表面, 即蝴蝶图 <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>; (b)蝴蝶图是太阳黑子扫描太阳表面的过程

9. 结论

在本文所述的太阳运动模型里，许多的太阳难题变得很简单，并且，在一难题与另一难题之间是有明显的相关。这些难题本身也构成了支持本模型的证据链。显然，许多的太阳难题并不是什么孤立的事件。CMEs 是由于小行星、彗星或陨石体撞击太阳表面的结果；黑子周期性地扫描太阳表面，它的超强磁场能够吸引、集结落入太阳的小行星及陨石体中的铁磁性物质；集结的铁磁物在太阳表面的特定的物理环境下发生了核裂变链式反应而出现耀斑，并散发出中子进入太阳内核；进入到内核中的中子衰变成质子，质子发生核聚变反应输出能量。核聚变反应是在太阳内核的无数的最小球形碳 C60 内完成，太阳的内核就是一个由无数的燃烧器 C60 在不同时间的瞬间核燃烧所构成的集合；从一 C60 内核燃烧时散发出的粒子又能进入另一 C60，继续参与核反应；如果一粒子完全没有机会进入 C60，将被排挤出核心区成为一太阳风粒子。太阳风是太阳这个聚变反应堆排出的废气。

就这样，一块石头被太阳吞下后，它的一部分又被太阳转换成太阳风粒子吐了出来。

今天，我们的物理学可谓是成就辉煌，然而，太阳物理却出现了一系列的“难题”。显然地，这些所谓“太阳难题”的出现，其根本性的原因在于，我们过去一直认为太阳只是一个单纯的“气体球”，这个固有的观念与我们现在的观测事实不符而导致。要解决这些难题很容易，我们现在只需对太阳的认知稍作修订或补充——太阳是一个气体的球，那些气体是装在一个球壳内。

随着探测技术的进步，越来越多的太阳观测数据清晰地摆在我们面前，使得过去解释不了的“难题”现在不再成为难题。而我们现在还无法解释的，将来也一定会找到答案。尽管我们目前还不了解太阳黑子，也仍然有充分的理由修订或补充我们对太阳的认识，这个新认识有可能为我们人类世界探索可控核聚变的新方法带来启示。

参考文献

- [1] Thompson, M.J., Christensen-Dalsgaard, J., Miesch, M.S. and Toomre, J. (2003) The Internal Rotation of the Sun. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, **41**, 599-643. <https://doi.org/10.1146/annurev.astro.41.011802.094848>
- [2] Bethe, H.A. and Critchfield, C.L. (1938) The Formation of Deuterons by Proton Combination. *Physical Review*, **54**, 248-254. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.54.248>
- [3] Bethe, H.A. (1939) Energy Production in Stars. *Physical Review*, **55**, 434-456. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.55.434>
- [4] Bahcall, J.N., Pinsonneault, M.H. and Wasserburg, G.J. (1995) Solar Models with Helium and Heavy-Element Diffusion. *Reviews of Modern Physics*, **67**, 781. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.67.781>
- [5] Jager, C.D. and Akasofu, S. (1999) Announcement—Space Science Reviews Provides an Opportunity to Debate: Challenges to Long-Standing Unsolved Space Physics Problems in the 20th Century. *Space Science Reviews*, **87**, 551-552. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005184319755>
- [6] Mandelbrot, B.B. (1982) *The Fractal Geometry of Nature*. W.H. Freeman and Company, New York, 80.
- [7] Dauben, J.W. (1979) *Georg Cantor: His Mathematics and Philosophy of the Infinite*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- [8] Kroto, H.W., Heath, J.R., O'Brien, S.C., Curl, R.F. and Smalley, R.E. (1985) C60: Buckminsterfullerene. *Nature*, **318**, 162-163. <https://doi.org/10.1038/318162a0>
- [9] Ugarte, D. (1992) Curling and Closure of Graphitic Networks under Electron-Beam Irradiation. *Nature*, **359**, 707. <https://doi.org/10.1038/359707a0>
- [10] Xu, B.S. and Tanaka, S.-I. (1998) Formation of Giant Onion-Like Fullerenes under Al Nanoparticles by Electron Irradiation. *Acta Materialia*, **46**, 5249-5257.
- [11] Aschwanden, M.J. (2005) *Physics of the Solar Corona*. Praxis Publishing Ltd., Chichester, 26.
- [12] Christensen-Dalsgaard, J. and Schou, J. (1988) Differential Rotation in the Solar Interior. In: Domingo, V. and Rolfe, E.J., Eds., *Seismology of the Sun and Sun-Like Stars*, SP-286, ESA, Noordwijk, 149. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1988ESASP.286..149C>
- [13] Thompson, M.J. (1990) A New Inversion of Solar Rotational Splitting Data. *Solar Phys*, **125**, 1-12.

- <https://doi.org/10.1007/BF00154773>
- [14] Goode, P.R. (1991) The Sun's Internal Differential Rotation from Helioseismology. IAU Colloq. 130: The Sun and Cool Stars. *Activity, Magnetism, Dynamos*, **380**, 157.
- [15] Kosovichev, A.G. and Zharkova, V.V. (1998) X-Ray Flare Sparks Quake inside the Sun. *Nature*, **393**, 317-318. <https://www.nature.com/articles/30629>
- [16] Kirsch, E. (1973) Estimation of an Upper Limit for the Solar Neutron Emission during Large Flares. *Solar Physics*, **28**, 233-246. <https://doi.org/10.1007/BF00152927>
- [17] Ramaty, R., Murphy, R.J., Kozlovsky, B. and Lingenfelter, R.E. (1983) Gamma-Ray Lines and Neutrons from Solar Flares. *Solar Physics*, **86**, 395-408. <https://doi.org/10.1007/BF00157213>
- [18] Watanabe, K., Solar Neutron Observation Group (2013) Ion Acceleration in Solar Flares Determined by Solar Neutron. American Geophysical Union. Spring Meeting 2013, Abstract ID: SH33B-01. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUSMSH33B..01W>
- [19] Shibata, S. (1994) Propagation of Solar Neutrons through the Atmosphere of the Earth. *Journal of Geophysical Research*, **99**, 6651-6665. <https://doi.org/10.1029/93JA03175>
- [20] Shea, M.A., Smart, D.F., Wilson, M.D. and Flueckiger, E.O. (1991) Possible Ground-Level Measurements of Solar Neutron Decay Protons during the 19 October 1989 Solar Cosmic Ray Event. *Geophysical Research Letters*, **18**, 829-832. <https://doi.org/10.1029/90GL02668>
- [21] Kocharov, L.G., Torsti, J., Vainio, R., Kovaltsov, G.A. and Usoskin, I.G. (1996) A Joint Analysis of High-Energy Neutrons and Neutron-Decay Protons from a Flare. *Solar Physics*, **169**, 181-207. <https://doi.org/10.1007/BF00153840>
- [22] Droege, W., Ruffolo, D. and Klecker, B. (1996) Observation of Electrons from the Decay of Solar Flare Neutrons. *Astrophysical Journal Letters*, **464**, L87. <https://doi.org/10.1086/310093>
- [23] Usoskin, I.G., Kovaltsov, G.A., Kananen, H. and Tanskanen, P. (1997) The World Neutron Monitor Network as a Tool for the Study of Solar Neutrons. *Annales Geophysicae*, **15**, 375-386. <https://doi.org/10.1007/s00585-997-0375-9>
- [24] Bhatnagar, A. and Livingston, W. (2005) Fundamentals of Soiar Astronomy. World Scientific Publishing, Singapore, 97.
- [25] Duvall, T.L., Dziembowski, W.A., Goode, P.R., Gough, D.O., Harvey, J.W. and Leibacher, J.W. (1984) Internal Rotation of the Sun. *Nature*, **310**, 22-25. <https://doi.org/10.1038/310022a0>
- [26] Brown, T.M. (1985) Solar Rotation as a Function of Depth and Latitude. *Nature*, **317**, 591-594. <https://doi.org/10.1038/317591a0>
- [27] <https://solarscience.msfc.nasa.gov/Helioseismology.shtml>
- [28] Aschwanden, M.J. (2005) Physics of the Solar Corona. Springerpraxis Books in Astronomy and Planetary Sciences, Praxis Publishing Ltd., Chichester, 703.
- [29] NASA Goddard Space Flight Center (1998) NASA Press Release, "SOHO Observations of Two Sungrazing Comets 1998 June 2". https://umbra.nascom.nasa.gov/comets/SOHO_sungrazers.html
- [30] Farinella, P., Froeschlé, Ch., Froeschlé, C., Gonczi, R., Hahn, G., Morbidelli, A. and Valsecchi, G.B. (1994) Asteroids Falling into the Sun. *Nature*, **371**, 314-317. <https://doi.org/10.1038/371314a0>
- [31] Elkins-Tanton, L.T. (2006) Asteroids, Meteorites, and Comets. Chelsea House, New York, 114-121.
- [32] Ternullo, M. (2007) The Butterfly Diagram Fine Structure. *Solar Physics*, **240**, 153-164. <https://doi.org/10.1007/s11207-006-0261-8>
- [33] Livingston, W., Harvey, J.W., Malanushenko, O.V. and Webster, L. (2006) Sunspots with the Strongest Magnetic Fields. *Solar Physics*, **239**, 41-68. <https://doi.org/10.1007/s11207-006-0265-4>
- [34] Sakurai, K. (1976) Motion of Sunspot Magnetic Fields and Its Relation to Solar Flares. *Solar Physics*, **47**, 261-266. <https://doi.org/10.1007/BF00152263>
- [35] Dezso, L., Csepura, G., Gerlei, O., Kovacs, A. and Nagy, I. (1984) Sunspot Motions and Magnetic Shears as Precursors of Flares. *Advances in Space Research*, **4**, 57-60.
- [36] Koval, A.N. and Stepanian, N.N. (1983) Variations of Sunspot Magnetic Fields in Relation to Flares. *Izvestiya Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Krymskoj Astrofizicheskoy Observatorii*, **68**, 3-15.

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：2329-1273，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：aas@hanspub.org