上海天文台在地球自转变化研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/9502.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

昼夜交替，日月星辰东升西落，背后的原因是地球自西向东的自转。地球围绕一条通过地心、连接南北极的假想轴转动，这就是地球自转，那根假想轴被称作自转轴。地球自转一直是恒定的吗？答案当然是否定的！地球的自转一直在变化，而且变化得相当复杂，既有岁差-章动，还有极移和日长变化，物理上用自转轴指向参数（Earth Orientation Parameters; EOP）表示。它们都反映了地球的整体运动及其随时间变化的重要信息。EOP被认为是除地震学之外，另一种研究地球深内部物理学的重要手段，是天文学为研究地球内部而特制的“望远镜”，一直是科学家们重点测量和研究的对象之一。

近日，中国科学院上海天文台天文地球动力学研究中心地球自转变化课题组、中国科学院行星科学重点实验室的科研人员在EOP参数之日长变化研究方向取得新进展，首次发现日长变化中存在显著的约8.6年周期的振幅增强信号，并首次发现该振荡的极值时刻与地磁场快速变化的发生存在密切的对应关系。目前该工作已经在线发表在国际期刊《自然-通讯》（*Nature Communications*）；另一项关于日长变化6年信号的检测及其衰减和激发的物理机制的最新研究也发表在国际地学期刊《地球物理学研究杂志：固体地球物理学》（*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*）。

从外到内，地球内部的圈层包括地壳、地幔、流体外核和固体内核。它们具有怎样的物理结构，运动状态如何？它们相互之间正在发生哪些动力学耦合作用？液核中的磁场是如何产生、维持和变化的？这些神秘而重要的科学信息对理解我们所处的地球并进而推广到对其它类地行星的研究等都至关重要。令人遗憾的是，所有这些信息都不能从地表或空间直接观测得到。但幸运的是，上述这些问题都可以通过对EOP变化的精细特征入手进行间接“观测”和研究。

以日长变化为例，由于月球和太阳对地球的潮汐作用，地球的自转越来越慢，日长不断变长，即白天和黑夜时间都在变长，平均约每100年变长0.002秒。“除了自转速率越来越慢，科学家们还发现自转速率存在周期性的变化。日长变化具有从一天到数十年、甚至更长期的变化频谱，分别对应于不同的天文和地球物理机制。一般认为，尺度为数十年的年代际变化和尺度约5到10年的亚十年变化很可能与地球深内部物理有关。这些周期性变化的特征和起源就是我们要寻找和探究的，尤其是亚十年变化特征。”该研究的参与者、上海天文台研究员黄乘利说。

关于日长变化的精细时变特征和相关的物理原因，目前该领域还所知甚少，但这部分的研究对于进一步了解地核的年际运动特征以及解决地磁场快速变化的起源问题具有重要意义。地磁场的快速变化被称作地磁急变（“jerk”）。

“我们研究采用了国际地球自转服务系统(IERS)提供的1962~2019年近57年的日长变化数据，结合

大量数值模拟算例分析，基于标准小波时频变换方法(NMWT)和我们独立发展的‘去小波边缘效应’(BEPME)的策略，虽然NMWT方法具有很高的频率分辨能力，其可以区分日长亚十年变化中不同的频率成分，然而该方法具有显著的边缘效应问题，而BEPME策略可以很好地弥补这一不足，使得我们可以准确地分离出目标谐波信号，基于这一方法我们首次发现8.6年信号的振幅增大现象。”该研究的第一作者、上海天文台硕副研究员段鹏说。

该团组研究结果表明，日长亚十年变化中实际存在两个主成分的周期信号，周期分别为6年及8.6年。这两个信号的叠加可以很好地解释观测到的日长亚十年变化的时频域特征。前人工作未能澄清日长亚十年变化的不同物理起源问题，他们的研究表明，日长变化中周期为约8.6年的信号很可能与液核表面赤道附近的扭转阿尔芬波振荡有关。

地球内部充满磁场，如果将磁场的磁力线想象成一根根琴弦，当磁场收到扰动时，磁力线这些琴弦就会振荡，振荡会沿着磁场传播出去，便形成了阿尔芬波。当磁力线聚集成一个个称作‘磁流管’的管状结构时，在磁流管中传播的阿尔芬波就是扭转阿尔芬波。该扭转波向外传播，与地幔发生耦合作用，从而导致日长中出现同样周期的波动信号。研究者们预测在最近的1~2年内很可能会有一次新的地磁急变事件发生。

“我们的工作否定了目前国际上已被广泛接受的日长变化亚十年周期信号中仅存在周期为6年的信号的观点，我们首次发现了日长亚十年变化中存在显著的约8.6年周期的振幅增强信号，也阐明了该振荡的极值时刻与地磁急变的发生之间存在密切的对应关系。”段鹏硕总结说。

关于该工作的意义，黄乘利补充道：“目前地磁急变的预测是国际上的一个难题。我们的工作提供了一种新的研究入口，可以通过精确分离地球自转的亚十年变化振荡信号，预测未来地磁急变发生的时刻。也不难看出，通过地球自转精细变化特征的研究，可以深入了解地球深内部的磁流体动力学问题。”

论文链接：12

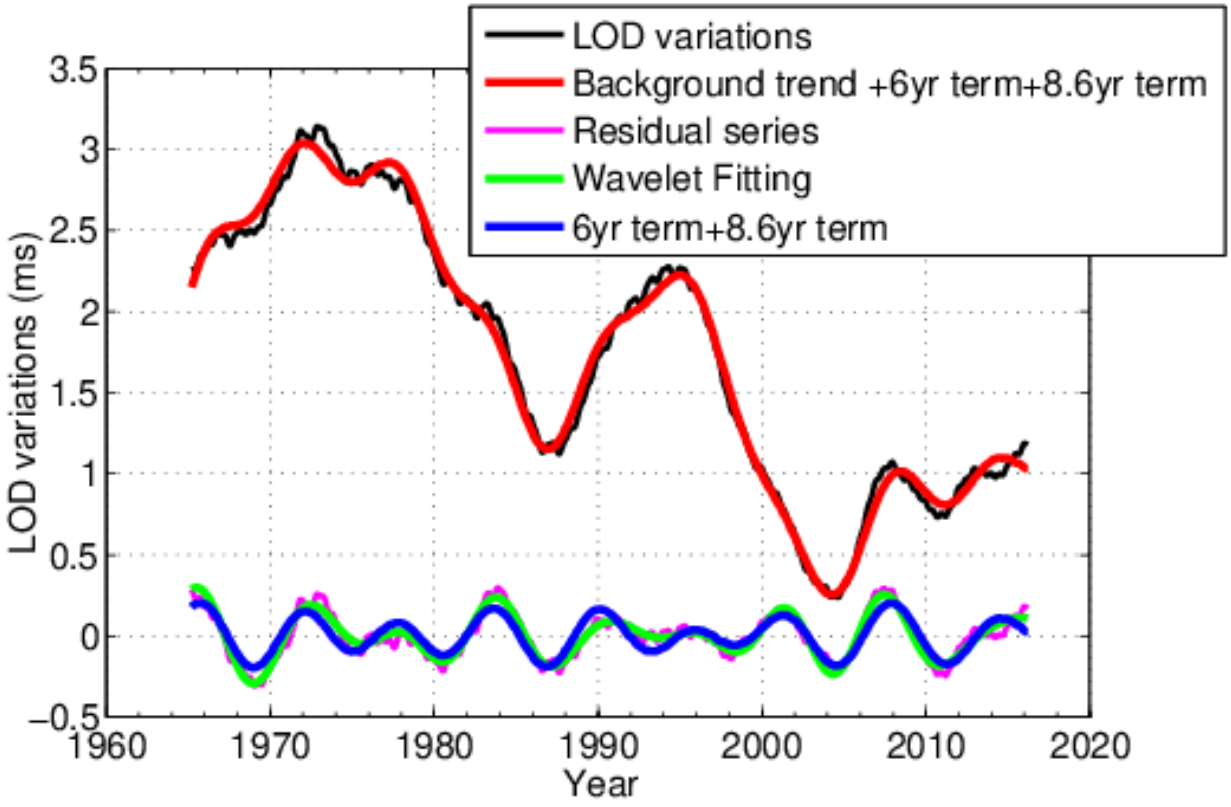


图1. 利用本文所提方法(NMWT+BEPME)提取的日长亚十年振荡结果（红线）与原始信号（黑线）的比较：两曲线总体上非常吻合，表明日长亚十年变化特征可以很好的由6年和8.6年两种频率信号的叠加解释

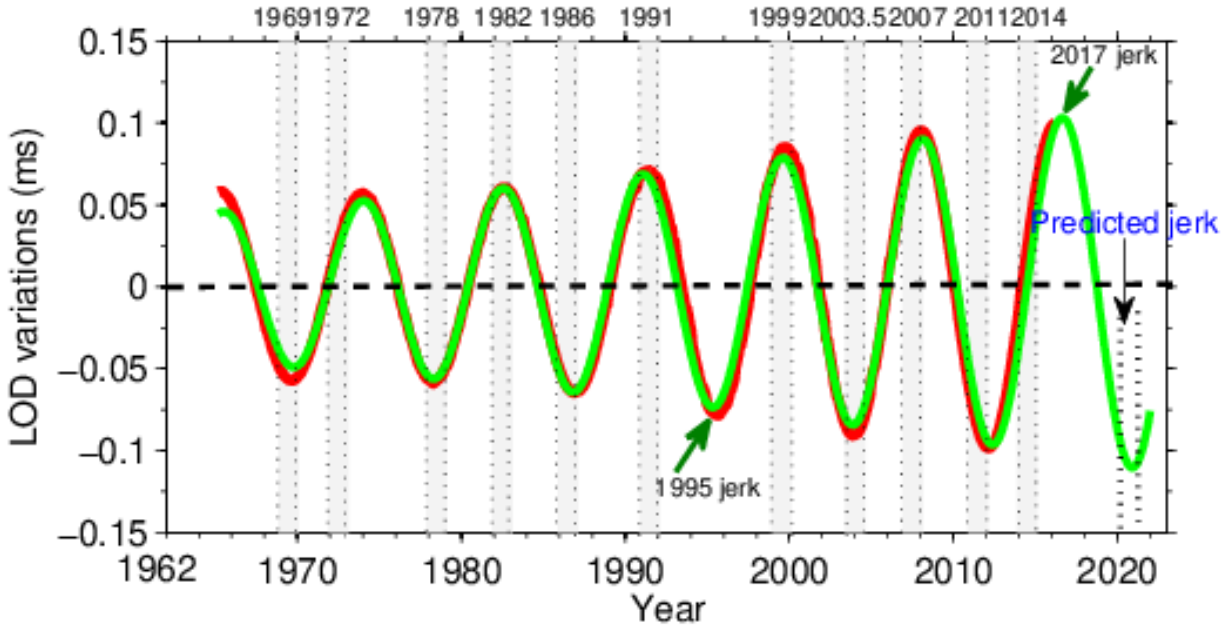


图2. 本文恢复的目标8.6年周期振荡与地磁急变(jerks)时刻(阴影矩形条带)所示的对应关系；红色曲线是本文恢复的结果，绿线是红线的最小二乘拟合结果，该结果可进一步用于预测未来jerk发

生的时间

研究团队单位：上海天文台

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发