

---

# 科学家发现窥探恒星湍动对流包层新窗口

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40499.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！*

科学家发现窥探恒星湍动对流包层新窗口。

近日，山西大学理论物理研究所副教授牛家树在国际期刊《天文学与天体物理学》（Astronomy Astrophysics）上发表研究成果。该研究揭示了天琴座RR型变星中的谐频可以作为探测恒星湍动对流包层特性的新探针，为恒星内部对流相关问题的进一步研究开启了新的窗口，更为星震学的发展提供了新的范式。

由于恒星内部物质的特性，其所形成的对流伴随着极高的雷诺数，基本上以湍流的形式出现（湍动对流）。作为恒星内部最主要的两种传能方式之一，湍动对流的性质对恒星结构和演化有着决定性的影响。然而迄今为止，人类对恒星湍动对流的直接观测只能来自于其表面，并且大多数较为细致的研究（受观测条件和成本限制）仅限于太阳。对于恒星内部湍动对流的性质，由于没有找到有效探针，天文学家只能基于模型给出推测。这使得恒星物理中对流相关问题的研究变得缓慢而低效。

另一方面，很多种类的脉动变星都会在脉动时产生谐频，其频率是独立脉动频率的整数倍。几十年来，教科书式的理解是：谐频脉动模式完全由母脉动模式决定，不具有独立的物理意义。因此，现代星震学建模时均会将其去除，而仅留其独立的母脉动频率。

研究团队利用Kepler空间望远镜短曝光测光数据，对14颗non-Blazhko天琴座RR型变星的频率谱进行了精细分析。令人惊讶的是，这些恒星的谐频振幅并非单调指数衰减——在初始衰减之后，振幅出人意料地重新抬升，形成一个显著的驼峰结构，随后以远慢于指数规律的长尾缓缓衰减。

这一独特的谱形态暗示了一个深刻的物理图景：低阶谐频振幅的指数衰减反映了脉动波在内层深部传播时的能量耗散；而驼峰的出现则标志着波在穿越外层时遭遇了一个截然不同的物理环境——额外的能量注入。这个环境，正是恒星的对流包层。驼峰的上升段对应波首次遭遇对流包层底部、发生强烈的对流-脉动相互作用；长尾衰减则对应波在湍流对流中的传播与调制。

研究进一步发现，驼峰结构起始处和尾部的谐频表现出显著的振幅和频率变化。在驼峰起始处，这些变化可能源于对流包层底部的对流—脉动（CP）相互作用。这意味着是否所有RR Lyrae星都存在调制这一悬而未决的问题，原则上可能得到肯定答案，只是non-Blazhko星的调制幅度微弱到常规手段无法探测。

该项研究表明，脉动变星中的谐频并非数据分析过程中产生的副产品，而是恒星湍动对流包层的原位探针——一台深入恒星内部观测对流过程的显微镜。谐频谱中的驼峰结构及其内禀变异性构成了一扇窥探恒星湍动对流包层的隐秘之窗，为天文学家理解恒星内部对流与脉动的复杂耦合开

---

辟了全新途径。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202660088>

作者：牛家树等 来源：《天文学与天体物理学》

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](http://www.iikx.com)转发