

科研动态

国家天文台科研人员揭示恒星活动性与恒星结构演化内在联系

发表日期: 2019-03-29

[【放大】](#) [【缩小】](#)

近日, 国家天文台杨卉沁博士、刘继峰研究员对于恒星活动性与恒星结构, 恒星演化及恒星发电机制的关系提出了一整套完整全面的物理图像和理论解释。这对于恒星活动性领域乃至恒星的结构演化具有非常重要的意义。该项研究成果已被国际天文期刊《天体物理学报增刊》接收。

在过去40年里, 对于恒星活动性与恒星结构和演化关系的理解取得了长足的进步, 活动性—周期关系的发现就是其中的一个里程碑。它揭示了恒星的活动性与演化之间的直接联系。然而, 这其中仍然有许多重大的、根本性的问题亟需解决, 比如, 为什么在这个关系中有一个非常尖锐的活动性转变? 这个关系对于不同发电机制和质量的恒星意味着什么?

杨卉沁和刘继峰的研究正是从这个关系出发, 基于恒星的耀发活动性, 提出一整套完整的行动方案, 清晰解释了恒星活动性与结构演化和发电机制的关系, 以及其中的动态变化过程。

该研究提出了一个独特的研究方法和分析视角, 这相对于传统的活动性方法有很多的优点。“由于Kepler计划的展开, 系统的恒星耀发研究成为了可能。它使我们展开耀发的统计研究, 从而从耀发活动性的角度去审视现有的恒星活动性及结构演化理论。对于我们而言, 抓住总体的物理图像和分辨局部的重要物理参量都至关重要。”刘继峰表示。

杨卉沁等人从超过20万颗星的观测样本中, 找到了超过3400颗耀发星并计算了他们的耀发活动性。这些星的类型从A型到M型, 跨越了整个赫罗图, 他们的整体活动性图像参见图1。研究发现, 活动性—周期关系在晚型星与前人的研究结果是一致的。然而当研究人员贯穿整个赫罗图来考虑这个关系时, 一个有趣的事实出现了。这个关系随着恒星有效温度的增加逐渐混合和弥散, 直至在早型星的时候几乎消失, 这个动态的过程可参见图2。

“一个非常有趣的问题是这个变化趋势的背后原因是什么? 因为在过去的研究中罗斯比数被认为是这个关系中唯一的变量, 而这个变化并不与罗斯比数相关。”杨卉沁表示。

而这个研究正是解释了这个问题。它结合多个观测事实和理论研究，并引入年龄—周期理论，提出了一整套的行动方案来说明这个动态变化过程和其物理实质，并解释了背后的活动性与结构演化和发电机制的关系。其核心理论如下：C型和I星发电机制产生不同的活动性，C型发电机制依赖于恒星的有效温度而不是周期，I型发电机制依赖于罗斯比数，当这两种发电机制星是K和M型星时，他们有明确的不同的自转周期，它们的活动性区域也就自然被分开。随着温度的增加，C型星的活动性逐渐对温度敏感。同时其角动量的损失率也加快，从而在相同年龄下造成了更长的自转周期。这两种变化造成了这两种星在活动性—周期图上的逐渐混合，也即我们看到的动态变化过程。该理论的示意图参加图3。

“我们呈现出活动性—周期关系的整体图像，它在赫罗图上是一个动态变化的过程，而这个动态过程启发我们重新去审视经典的活动性—周期关系表达式以及它们所对应的关系。”刘继峰表示。杨卉沁和刘继峰也最终提出反映物理本质和更大适用范围的新的表达式。

本文审稿人高度评价了这项工作，认为这是人们对于恒星活动性，以及恒星结构演化的理解的一次重要进步，是具有创造性和根本性的工作。

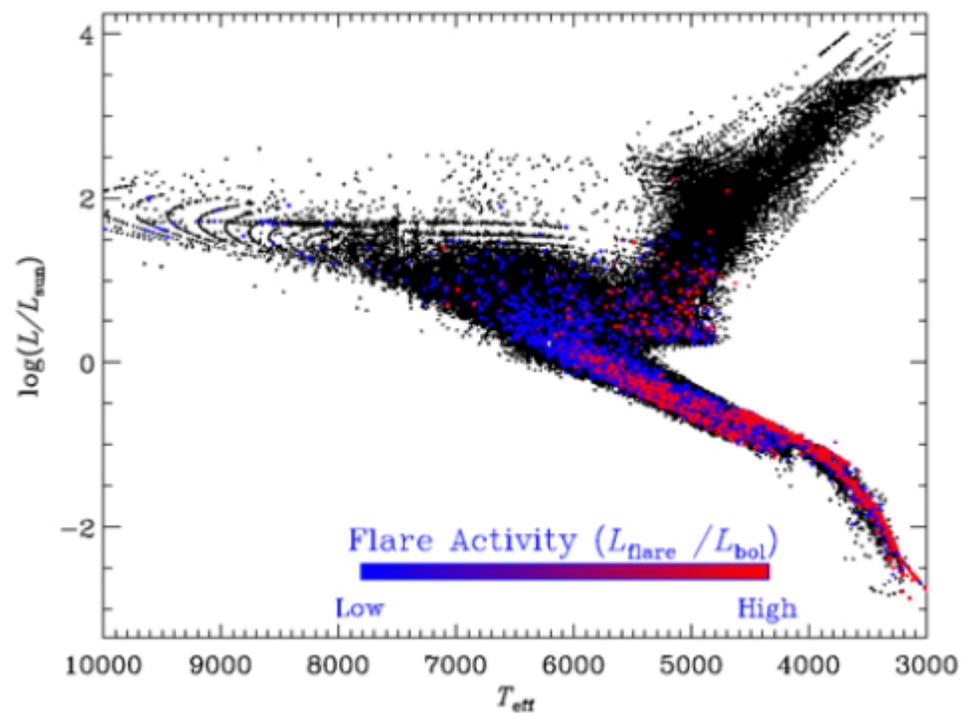
该研究受到了国家自然科学基金的支持和美国NASA的Kepler计划的数据支持。

预印本地址：<http://adsabs.harvard.edu/abs/2019arXiv 190301056Y>。

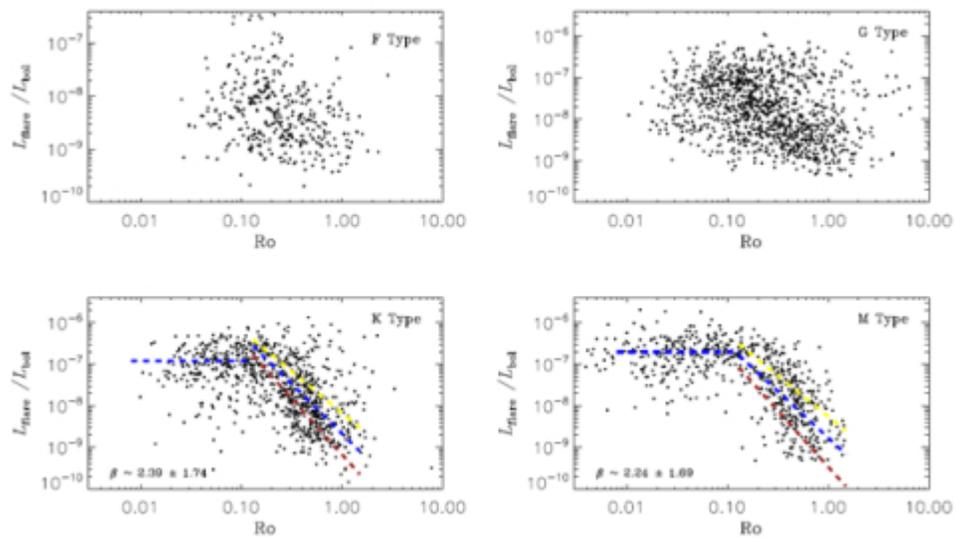
美国天文学协会（AAS）报道地址：

http://www.spacedaily.com/reports/Astronomers_Propose_New_Expression_of_the_Activity_Rotation_Relationship_999.html

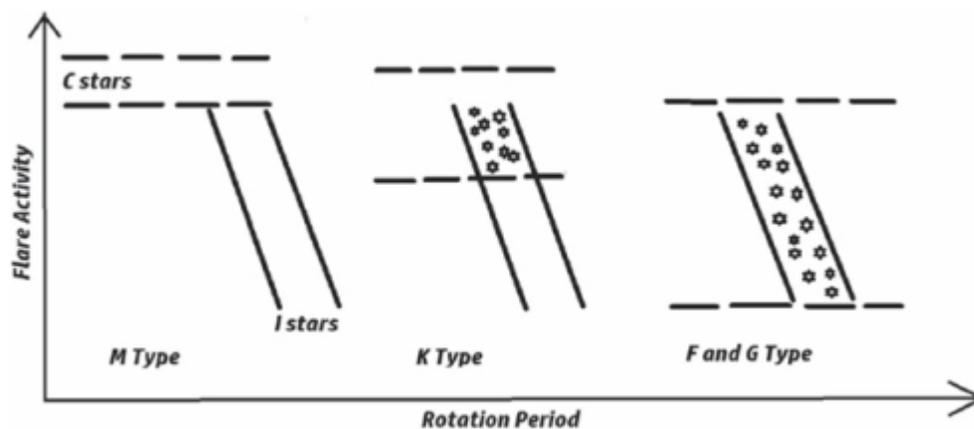
(http://www.spacedaily.com/reports/Astronomers_Propose_New_Expression_of_the_Activity_Rotation_Relationship_999.html)。



图一：跨越整个赫罗图的恒星耀发活动性。黑色点为20万的Kepler背景星，彩色点为耀发星，耀发活动性从蓝到红逐渐变强。



图二：跨越整个活动图的活动性—周期关系。恒星由光谱类型分类，分别为F，G，K，M型星。饱和区域和非饱和区域在晚型星是非常的清晰，但随着温度的增加而逐渐变得弥散，甚至活动性—周期关系在早型星几乎消失。



图三：本研究提出的活动性—结构—演化关系示意图，虚线表示C型星的活动性区域，实线表示I型星的活动性区域，I和C的混合区域由星号填充表示，I型星对罗斯比数始终保持幂律关系，而M光谱型的C型星是快速自转星并且对温度不敏感。他们和I型星自然地分开在不同的区域，当温度增加时，C型星和I型星的自转周期开始混合，同时C型星的活动性对温度开始变得敏感而下降，这两个转化造成活动性—周期关系的弥散和混合。

=== 中国科学院 ===

=== 天文学会 ===

=== 国家科技部 ===

=== 国家互联网应急中心 ===



版权所有©Copyright 2001-2021 中国科学院国家天文台 版权所有

备案序号：京ICP备05002854-1号 (<https://beian.miit.gov.cn/>) 文保网备案号:1101050056

地址：北京市朝阳区大屯路甲20号 中国科学院国家天文台 邮编：100101

电话：010-64888732 Email: goffice@nao.cas.cn (<mailto:goffice@nao.cas.cn>)