

科学家发现脉冲星自转状态突变导致星风云亮度变化

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6584.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！

科学家发现脉冲星自转状态突变导致星风云亮度变化。中国科学院高能物理研究所葛明玉、卢方军带领的国际合作研究小组发现位于大麦哲伦星云星系中的脉冲星PSR B0540-69在自转减速率突然增加之后的一年多时间里，其星风云的X射线亮度逐渐增亮了相当的比例。这是天文学家第一次观测到脉冲星自转状态突变导致脉冲星风云亮度变化的现象，为研究脉冲星自转减速机制、脉冲星磁场结构以及脉冲星风云的基本物理性质提供了重要的观测依据。相关结果于北京时间8月26日在《自然-天文学》(Nature Astronomy)在线发表。

脉冲星是高速转动的强磁场中子星，是大质量恒星寿命晚期发生超新星爆发的过程中形成的，其半径只有10千米左右，而典型磁场约为一万亿高斯，相当于地球磁场的两万亿倍。根据脉冲星经典辐射理论，高速自转的脉冲星通过磁偶极辐射释放能量，同时自转减慢；但越来越多的理论家认为，高速旋转的磁场也会产生以接近光速向外运动的星风，这是导致脉冲星自转减慢的主要原因。脉冲星风和周围环境作用，会形成空间尺度为几光年(地球到太阳距离的十万倍左右)的脉冲星风云(见图1)。著名的蟹状星云就是这样一个脉冲星风云。

2011年12月，天文学家发现脉冲星PSR B0540-69的自转减速率突然增加了约36%，然后保持稳定，这说明其自转能释放功率也增加了36%。此前，在多颗脉冲星中也观测到了这类脉冲星自转减速率突变的现象，它们同时伴随着脉冲星脉冲辐射轮廓和流强的变化。由于脉冲轮廓和磁场结构直接相关，因此这些自转减速率突变被认为是脉冲星磁场结构的变化引起的；但是与那些脉冲星不同，PSR B0540-69在自转减速率突变后，并没有表现出X射线辐射特征(脉冲流强和轮廓)的显著变化，其起因成了未解之谜。

通过分析多颗X射线天文卫星对PSR B0540-69的观测数据，葛明玉等人发现，在该脉冲星发生自转减慢速率转换之后，围绕在其周围的脉冲星风云的亮度在约400天内逐渐增加了 $32 \pm 8\%$ ，与该脉冲星自转减速率的突变幅度相当(见图2)。对比分析PSR B0540-69脉冲辐射和星风云辐射的特性，研究组认为，导致脉冲星自转减慢率突变的主要原因是脉冲星磁极区域的磁场升高。由于磁极区域磁场的变化和星风的强度直接相关，但对X射线脉冲辐射区的影响不大，因此可以合理地解释所有的观测现象。

该工作首次在观测上建立了从脉冲星自转加速率突变，星风增强到星风云变亮的时间和逻辑关系，也证明星风是导致该脉冲星自转变慢的主要原因。星风云增亮的时标还表明星风云中的磁场为约0.8毫高斯，这个直接测量值与之前在能量均分假设下推算的数值相当。葛明玉为该研究论文的第一作者，卢方军、葛明玉为论文联合通讯作者。参加该研究的还有安徽建筑大学博士闫林丽

，南京师范大学博士翁山杉，高能所研究员张双南、博士王灵俊和研究生张伟，美国麻省大学教授王青德以及河北工程大学博士李子健。

该项目得到国家重点研发计划大科学装置专项、国家自然科学基金委员会以及中国科学院-国家自然科学基金委员会空间科学联合基金的支持。



图1：脉冲星及脉冲星风云系统的示意图，中间的橙色部分代表脉冲星(仅为示意绘制，天体大小不反映实际比例)。(图片来源：高能所)

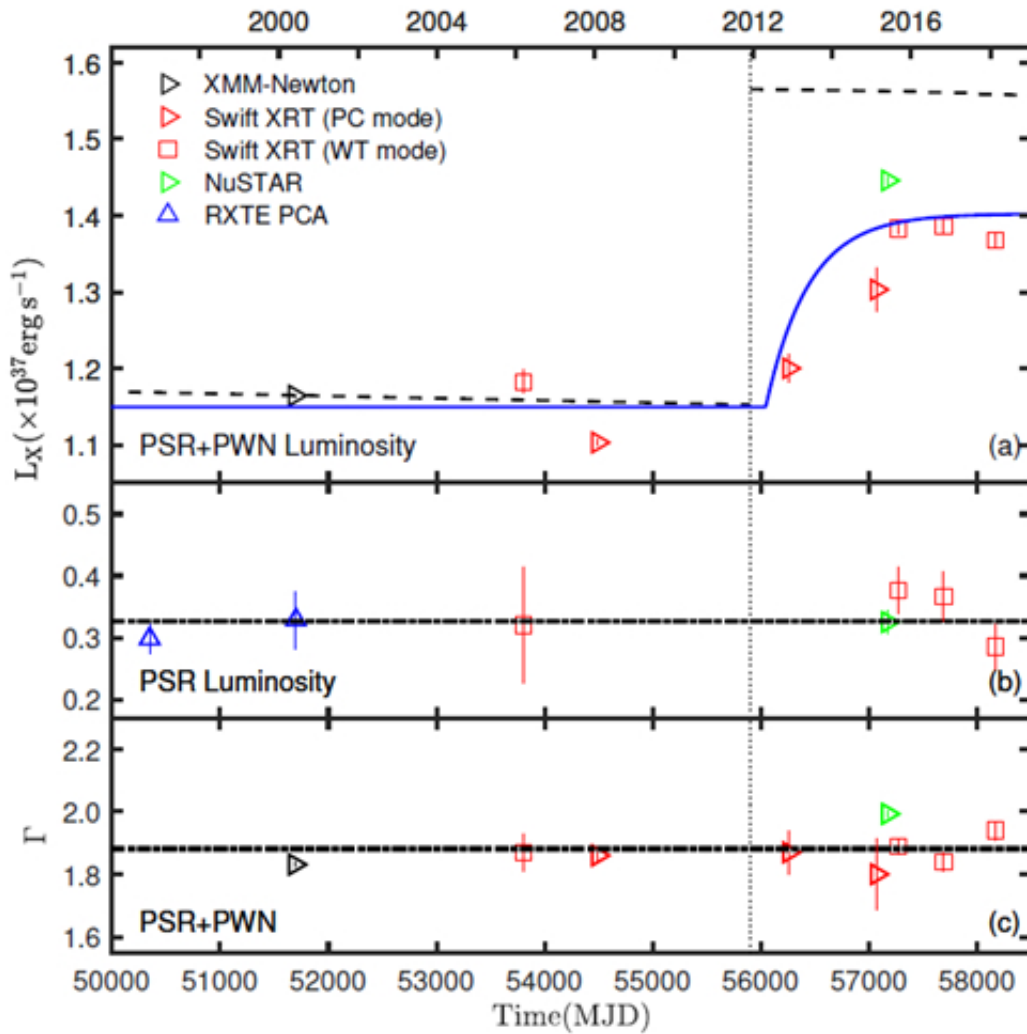


图2：PSR B0540-69及其星风云的光度变化。(a)脉冲星和星风云总的X光度变化，可以明显看出脉冲星自转状态发生突变之后，X射线光度在逐渐增加并达到饱和;(b)PSR B0540-69脉冲辐射本身的光度一直保持不变;(c)脉冲星和星风云总体的辐射能谱指数没有明显变化。图中竖的虚线表示自转状态突变的时间。(图片来源：高能所/Nature Astronomy)

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](https://www.iikx.com)转发