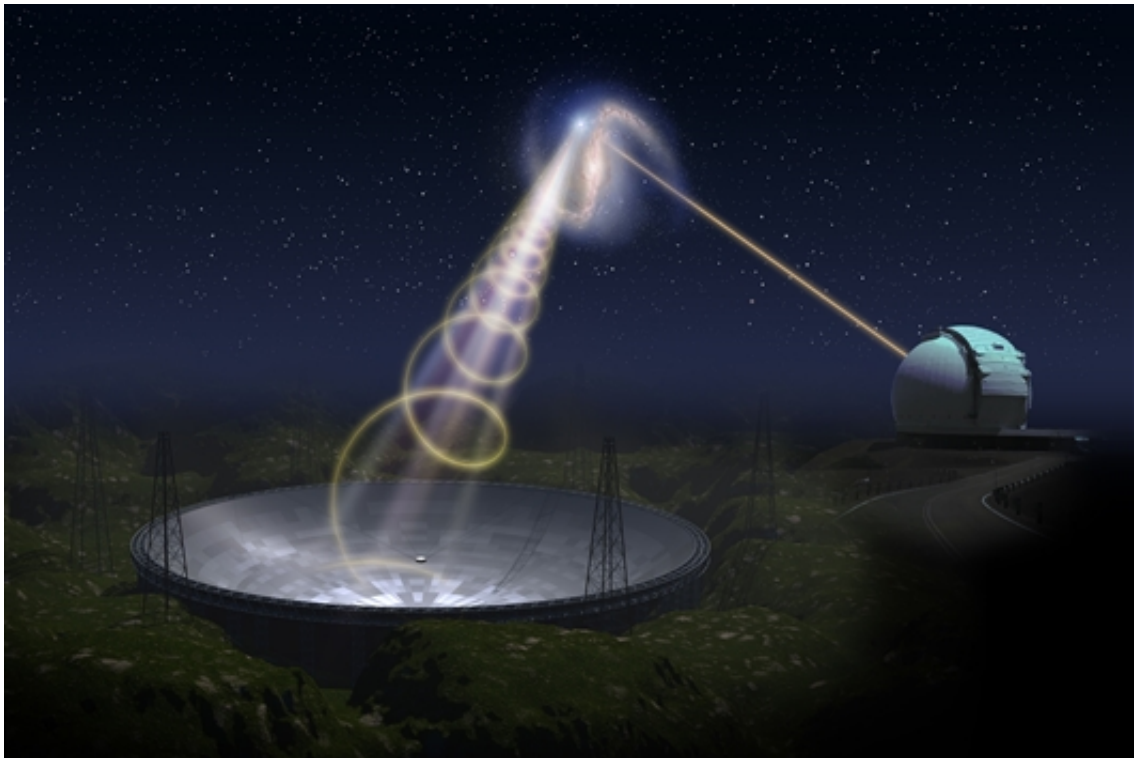

用时近两个月，中国“天眼”给它拍“大片”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20142.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！

用时近两个月，中国“天眼”给它拍“大片”。



快速射电暴和宿主星系艺术想象图。世界最大单口径射电望远镜中国天眼（左下）和空间分辨率最高的单口径光学望远镜凯克望远镜（右上）承担本研究观测。绘图：喻京川、傅海

54天82小时，科学家利用中国天眼（FAST，500米口径射电天文望远镜）给银河系外一个持续时间仅有十几秒的神秘信号——快速射电暴FRB 20201124A拍了一个大片。相关研究成果9月22日发表于《自然》。

快速射电暴几毫秒的时间内瞬间爆发的无线电波段的能量，相当于全世界当前总发电量累计几百亿年的总和。自2007年首次发现以来，迄今科学家已发现上千个此类事件。但它们起源究竟是什么？答案并不十分确定。

科学家对这个河外信号的近2000次暴发进行了动态监测，取得多个国际首次重要发现。我们发现

它来自一个宿主星系的恒星不那么密集的地方，那里的磁场变化非常强烈。论文通讯作者、北京大学教授和中国科学院国家天文台研究员李柯伽告诉《中国科学报》。

用我国自主研发的世界一流的‘天眼’望远镜，率先看到其他人尚未看到的新现象，这很激动人心，也是科学发现的魅力所在。论文共同通讯作者、中科院国家天文台研究员朱炜玮说，他很荣幸自2017年起就参加了FAST早期调试工作，并在大装置建成后参与相关研究。

同一天，该论文共同作者、南京大学天文学系教授王发印还在发表于《自然—通讯》的另一项研究中对此次的观察结果进行了数据建模，在磁星之外，为快速射电暴的双星起源潜在动力来源提供了证据。

捕捉奇异现象

FRB 20201124A，是2020年加拿大氢强度测绘实验（CHIME）望远镜发现的一个河外信号。

这个大视场望远镜很善于抓住新的快速射电暴，它们发现这个信号活跃之后，我们马上开始跟进。朱炜玮告诉《中国科学报》，这是天文学国际合作和信息分享的一个案例。正如最近国家天文台副研究员王培等利用天眼发现另一个快速射电暴FRB 20121102A重复出现并在《天文学简报》上与国际同行共享一样，这样做可以让全世界天文学家第一时间跟进活跃的天体，抓住新的现象。

从2021年4月1日到6月11日，两个多月的时间里，科学家利用天眼，每天用一个多小时对FRB 20201124A展开持续观测。

就像拍电影一样，通过无线电的方式，观看它的物理演化。论文共同通讯作者、内华达大学拉斯维加斯分校教授张冰说，随着地球自转和公转，两个月内观测时间从最开始的下午四点钟，慢慢地移动到了上午，最后一次观测到了早上6点钟。

据介绍，推算观测时间并不难，只要在计算机上按模型跑两次就行。复杂的是分析和处理在此过程中获取的大量数据——54天82小时观测中的1863个暴发的动态脉冲信号，如此高频度的爆发率也使该事件成为最活跃的几个重复暴之一。为了解这些数据到底说明了什么，研究者需要开发新的理论模型。

稿件是今年7月份接收的，相比观测的两个多月，过去一年半里我们大部分的时间在分析所获得的数据能给我们什么信息。李柯伽说。

让研究者欣喜的是，他们最终观察到许多国际上未曾发现的快速射电暴现象。

这包括：首次发现了法拉第旋转量的奇异演化行为，即在前36天里法拉第旋转出现了无规律的短时标演化，而在随后的18天里几乎不变；首次发现了快速射电暴的猝灭现象，即从保持高爆发状态在72小时内突然熄灭；首次探测到与之前所有快速射电暴都显著不同的高圆偏振度脉冲，其最高值达到了75%；还首次测到了偏振度随着电磁波波长振荡的现象。

这些现象都说明，在FRB 20201124A周围1个天文单位（即太阳到地球的距离）的环境，是非常复杂并且在动态演化着的。李柯伽说。

他向《中国科学报》解释，法拉第旋转量可以用于了解环境中的磁场强度，其观测到的变化说明了该快速射电暴周围的磁场环境发生了剧烈的变化。同时，通过偏振振荡现象，他们认为其周围的磁场达到了高斯量级以上。

窥探起源奥秘

此次研究还通过国际合作使中西望远镜双剑合璧，在无线电波段和光学波段上优势互补，为快速射电暴可能产生的宿主环境和理论机制提供了新的证据。

在对FRB 20201124A的观测中，我们还用位于美国夏威夷的凯克10米光学望远镜观测了它的宿主星系，首次分辨出宿主星系的结构，揭示了它周围几百光年尺度上的星系环境。该论文共同通讯作者、北京大学教授东苏勃对《中国科学报》说。

据介绍，研究团队利用光谱观测确定了宿主星系的精确红移，可以此估算它距离地球约15亿光年。由于大气湍流的影响，要看清如此遥远的宿主星系并非易事，之前的图像上只能看到模糊的一团，而无法辨别其中任何结构。通过与美国艾奥瓦大学教授傅海等天文学家的国际合作，采用装有先进激光导星的自适应光学技术的凯克望远镜，研究团队克服了不利影响，首次拍到该宿主星系的清晰图像。

这是一个约银河系尺度大小的、富金属的棒旋星系。论文共同作者、北京大学博士陈平向《中国科学报》介绍，所谓的棒旋星系，是指恒星组成的一个棒状结构，穿过星系中心的旋涡星系。研究发现，此次研究的快速射电暴来源不在棒上，也不在旋涡的旋臂上，而是处于旋臂之间、距离星系中心中等距离，位于星系盘上恒星密度比较低的区域。

了解宿主星系的结构和快速射电暴周围的星系环境有什么科学意义呢？

以前科学家拍摄到的重复性快速射电暴的宿主星系，无论是来自比银河系小得多的矮星系，还是类似于银河系的旋涡星系，快速射电暴大都位于大量年轻恒星的密集诞生地附近。为此，有科学家提出假说认为，快速射电暴可能与大质量恒星极端爆炸导致的超亮超新星或伽马射线暴后形成的年轻磁星有关。

但我们的研究表明，此次重复暴事件处在一个比较普通的星系环境里。东苏勃说，这意味着这个重复暴的星系环境不支持上述假说。

在发表于《自然—通讯》的研究中，王发印与合作者基于观测数据对FRB 20201124A的潜在动力来源进行了建模分析。

迄今，科学家建立的快速射电暴起源的模型已有60多个，如磁星（一类磁场极强的中子星）、中子星并合或中子星和小行星碰撞等。2020年，中外科学家首次确定银河系内的快速射电暴FRB 200428起源于磁星；但大多数快速射电暴来自银河系外，它们的起源仍未得到验证。

王发印和合作者分析发现，FRB 201124A周围环境贡献的法拉第旋转会改变符号，表明其周围的磁场改变了方向，该现象与银河系内PSR B1259-63/LS 2883双星相似。这表明，它可能来自一个磁星和Be星（光谱中有明显的氢发射线的B型恒星）组成的双星系统。他对《中国科学报》说。

他们还发现，该事件是第一个具有圆偏振和持续时间最长的重复快速射电暴。一般射电暴平均时

间只有几毫秒，这次可以达到15毫秒左右，高出一个量级。王发印对比说，这可能是由于快速射电暴的辐射穿过Be星盘时，与盘上的电子发生的散射导致快速射电暴的持续时间变长。此外，其法拉第旋转量存在显著变化，并伴有退偏振现象，这可能是由于盘上物质和磁场不均匀，导致不同视线方向的法拉第旋转值不同而产生的。

据介绍，该模型可以解释最新发现的其他三个快速射电暴的法拉第旋转演化（FRB 190520B、FRB 180916和FRB 220529）。这个模型对一部分快速射电暴可能起源于双星系统给出了强有力的证据，对这个领域有非常重要的价值。一位审稿人评价说。

向真相逼近

2007年第一个快速射电暴发现以后，曾有科学家估算，每10年才能看到一个射电暴。但过去几年，大视场望远镜系统性、大规模的发展使得这个研究领域在过去几年的发展一日千里，全球已发表的快速射电暴已有数百个，已发现的实际上已经达到上千个。

得益于‘天眼’这个大国重器，过去几年，中国科学家在快速射电暴研究领域不断产生新的发现，一直活跃在世界前沿。朱炜玮说。

不过，他表示，还有很多问题待回答。例如FRB的起源究竟是什么？为何会产生如此多的暴发现象？这需要将天文观察和理论建模相结合，不断发现新的现象和可能性，一步步逼近真相。

实现这个目标，李柯伽表示，除了天眼外，慧眼硬X射线空间望远镜、天籁望远镜实验阵列等基础设施将逐步解决天文观测中多波段观测能力不足的问题。期待我们这个近百人合作团队能够依托FAST，牵引更多国际联合观测，在未来几年内产出更多重要成果，找到真正能源，为了解这种剧烈天体物理现象做出贡献。他说。

王发印建议，加强快速射电暴研究人才的培养。目前这一领域大多数研究者是从脉冲星研究转过来的，人才队伍整体力量仍然不足。（来源：中国科学报冯丽妃）

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05071-8>

<https://doi.org/10.1038/s41467-022-31923-y>

作者：李柯伽等 来源：《自然》

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://iikx.com)转发