

“中国天眼”通过读取脉冲星信号，由此搜寻纳赫兹引力波。

中国天眼FAST全景图。

“中国天眼”“看见”纳赫兹引力波

助力研究黑洞、星系、宇宙构成

该项研究是国际物理和天文领域竞赛焦点之一，我国达到领先水平

近日，由中国科学院国家天文台等单位科研人员组成的中国脉冲星测时阵列研究团队，利用中国天眼FAST，探测到纳赫兹引力波存在的关键性证据，表明我国纳赫兹引力波研究与国际同步达到领先水平。

纳赫兹引力波是什么？

宇宙中一种极低频扰动
周期长达数年

1916年，爱因斯坦基于广义相对论预言了引力波的存在。

引力波是由于天体运动和变形等原因，加速运动时，使得空间时间发生扭曲而产生的一种波动。这种时空涟漪可以被看作一种能量的传递方式，类似于声波，其信号极其微弱，却是探测宇宙中不发光物质的直接手段。

探测引力波并且开辟引力波观测宇宙的新窗口是天文学家长期以来追求的目标，并且对人类探索宇宙意义深远。

纳赫兹引力波是一种特殊类型的引力波，它是由两颗恒星或黑洞同步旋转时产生的引力波所引起的效应，是宇宙中一种极低频扰动，其频率为10的负9次方赫兹。宇宙中质量最大的天体，星系中心的超大质量双黑洞系统绕转产生的引力波主要集中在纳赫兹频段。在这个频段内，甚至还有宇宙早期原初引力波残存至今的部分和宇宙弦产生的引力波。

纳赫兹引力波由于频率极低、周期长达数年，其波长可达数光年，对它的探测十分具有挑战性。

如何捕捉纳赫兹引力波？

利用大型望远镜读取脉冲星信号，由此搜寻纳赫兹引力波

利用类似于我国的500米口径球面射电望远镜FAST这种大型射电望远镜对一批自转极其规律的毫秒脉冲星进行长期测时观测，是纳赫兹引力波目前已知唯一的探测手段。

中国科学院国家天文台研究员、北京大学研究员李柯伽介绍，实际上真正的引力波探测器是那些脉冲星，科研人员用大型的望远镜去读这些脉冲星的信号，把这些脉冲星作为一个非常标准的“钟”在用，读这些“钟”的信号，来获取时间、判断空间怎样受到了引力波的影响。

在此次研究工作中，中国脉冲星测时阵列研究团队利用FAST对银河系中的57颗毫秒脉冲星进行了长期系统性监测，将这些毫秒脉冲星组成了一个银河系尺度大小的探测器来搜寻纳赫兹引力波。

该团队充分利用FAST灵敏度高、可监测脉冲星数量多、测量精度更高的优势，基于自主开发的软件，对FAST收集的时间跨度为3年5个月的数据进行了分析研究。在误报率小于五十分之一的情况下，发现了纳赫兹引力波存在的证据。

中国科学院院士、中国科学院国家天文台台长常进介绍，证据就是脉冲星到达的时间，由于纳赫兹引力波产生的时空涟漪、产生的这个晃动。脉冲星角度的一个变化，这是纳赫兹引力波存在的一个重要的依据。他们看到了这种变化。

延伸阅读

各国天文学家都在为探测引力波而努力

2016年，美国激光干涉引力波天文台宣布在百赫兹频段探测到恒星级质量双黑洞并合产生的引力波，并因此获得了2017年诺贝尔物理学奖。

几十年来，各国天文学家一直在为探测神秘的引力波而努力。发现纳赫兹引力波更是国际物理和天文领域竞赛的焦点之一。美国、欧洲、澳大利亚，利用各自的大

型射电望远镜，已分别开展了长达20年的纳赫兹引力波搜寻。

近年来，中国、印度、南非等国也逐渐开展纳赫兹引力波的探测研究。中国科学院于2016年6月部署了“多波段引力波宇宙研究”战略性先导科技专项，2019年9月，中国天眼FAST还处于调试阶段，中国脉冲星测时阵列研究团队就联合FAST调试工作组开始试

观测，尽可能早地为探测纳赫兹引力波积累观测数据。

中国科学院院士、中国科学院国家天文台台长常进说，他们将进一步围绕纳赫兹引力波，开辟纳赫兹引力波天文学这个新的科学方向，并继续保持我国在低频射电天文学方面的国际领先地位。

中国天眼成绩单

身在洼地却能捕捉遥远星系的极微弱信号，这就是我国500米口径球面射电望远镜“中国天眼”FAST的过人之处。目之所及即是“光年之外”，“功力”强大，洞悉深暗宇宙。2016年9月25日，“中国天眼”FAST在贵州平塘落成启用。

至今，取得了哪些成绩？
发现数百颗脉冲星

首先，大家最关心的就是落成启用六年来，FAST都探测到了些什么呢？

作为一名“深空猎手”，FAST最擅长的就是冲出太阳系，寻找新星，特别是快速旋转、密度极高的脉冲星。截至2022年7月底，科学家通过FAST发现的脉冲星已经超过660颗，这个数量是同一时期国际上所有射电望远镜发现脉冲星总数的5倍以上。“中国天眼”，已经成为世界上最强大的脉冲星搜寻利器。

探测到快速射电暴

我国科学家还通过FAST对一例位于银河系外的快速射电暴开展深度观测，首次探测到距离快速射电暴中心仅1个太阳到地球距离的周边环境的磁场变化。获得迄今最大快速射电暴爆发事件样本，首次揭示快速射电暴的完整能谱

及其双峰结构。

快速射电暴是宇宙中偶发的一种射电天文现象。在几毫秒的时间内，快速射电暴所释放的能量，相当于全世界一天总发电量累积几百亿年的总和。

快速射电暴于2007年首次被发现。

中性氢谱线测量星际磁场取得重大进展

FAST在中性氢谱线测量星际磁场取得重大进展。中性氢是宇宙中丰度最高的元素，广泛存在于宇宙的不同时期，是不同尺度物质分布的最佳示踪物之一。

国家天文台庆道冲、李菡领导的国际合作团队采用原创的中性氢窄线自吸收方法，利用FAST首次获得原恒星核包层中的高置信度的塞曼效应测量结果。发现星际介质从冷中性气体到原恒星核具有连贯性的磁场结构，异于标准模型预测，为解决恒星形成三大经典问题之一的“磁通量问题”提供重要的观测证据。

近地天体预警

FAST还帮助我们进行近地天体预警。2019年，有一个小行星在地月六分之一距离与我们擦肩而过，人类之所以没有测到，是因为它来自太阳方向，强烈的太阳光让我们无法清晰地用光学望远镜观测到小行星。但是如果用射电波段去观测，就有可能更早地把它探测到，FAST将会是一个近地天体防御的重要的战略支撑。

据新华社、央视、中新社

探测引力波有何意义？ 可研究黑洞等 宇宙超大质量天体

中国科学院院士、中国科学院国家天文台台长常进指出，纳赫兹引力波主要是为人类打开了观测宇宙的一个重要“窗口”，肯定会有许多物理上的重大发现。

用纳赫兹引力波，科研人员可以研究宇宙的超大质量天体，像黑洞、超大质量黑洞，星系的形成、演化、合并，还有宇宙早期的结构等。这些都是天体物理的重大科学问题。