

中子星是宇宙间最神秘的天体之一,天文学家目前已了解其如何诞生,但其超致密内核的结构及其将上演何种剧情,仍是未解之谜。

今年6月初,芬兰科学家在最新一期《自然·物理学》杂志撰文指出,他们已经找到有力证据,证明迄今最大中子星内核存在奇异的夸克物质,将笼罩在中子星头上的“神秘面纱”又揭开了一层。

无独有偶,去年12月,美国国家航空航天局的“中子星内部成分探测器”(NICER)提供了一些有关中子星质量和半径迄今最精确测量结果,包括其磁场的数据。

中国科学院国家天文台研究员张承民对记者介绍说:“本世纪20年代后将大批科学前沿装置投入到中子星的研究,比如美国和欧洲的引力波天文台、中国‘天眼’FAST、国际SKA射电阵列等,将中子星研究从过去的多波段时代升级到当今的多信使时代,中子星物理学的黄金时代已经到来。”

中子星密度之大超乎想象

据张承民介绍,中子星是大质量恒星演化到末期,经由引力坍缩发生超新星爆炸后生成的质量介于白矮星和黑洞之间的星体。当一颗恒星死亡后形成致密星的质量为太阳质量1.35到2.1倍时,常会形成中子星;小于太阳质量1.35倍时,很可能形成白矮星;大于太阳质量3.2倍时,则会形成黑洞。

张承民说:“中子星是宇宙中最致密的天体之一,其密度之大超乎想象。地球直径约为12756公里,如果把地球压缩为一颗中子星,那么其直径仅为44米,由此可见其密度之大。”

中子星身上迷雾重重

天文学家认为,在引力挤压下,中子星内部的质子和电子会交融形成中子,这也是中子星得名的缘由,但这并非最终结论。

张承民解释道,天文学家从来没有近距离透视过中子星,地球实验室也无法制造出接近其密度的物质,因而,中子星身上迷雾重重。

首先,中子星内部结构一直是物理学领域的重大未解之谜。一些研究人员认为,中子星内核中心位置由中子霸占,但其他人则表示,巨大的压力会将内核物质挤压成更奇特的颗粒(胶子和夸克)。

其次,对于中子星内部上演的剧情,科学家给出了不少剧本:夸克和胶子在其间自由游弋;或者,极端能量导致名为“超子”的粒子产生,超子也由三个夸克

组成,除上下夸克,至少还包含一个奇夸克;中子星中央是玻色-爱因斯坦凝聚态,在这种物质状态中,所有亚原子粒子的“行为”都像单个量子力学实体等等。但以上诸多情节都未曾获得证实。

张承民解释道:“中子星头上还蒙着不少‘神秘面纱’,例如,中子星的磁场是如何形成和演化的,观测发现毫秒脉冲星的磁场比常规脉冲星的磁场低约10000倍,其演化细节是打开中子星磁场工作的奥秘;中子星的最小磁场和最大磁场由什么条件决定?观测看到最快毫秒脉冲星的转动周期仅1.39毫秒,那么,宇宙间是否存在更快的转动?其速度如何形成?更重要的是,迄今还没有人发现脉冲星与黑洞的‘双星之舞’,它们在宇宙深处存在的比率是多少?这些也是目前中国‘天眼’FAST关注的重要科学目标之一。”

张承民指出:“中子星‘性格’独特,研究它具有重要意义。”

首先,中子星高度致密,其引力场强度比地球高约亿倍,超越了牛顿万有引力理论范围,需要借助爱因斯坦广义相对论来验证;其次,中子星的超强磁场也是等离子体理论在极端环境的应用场所;再次,中子星的核心致密核物质是检验各种核物理理论的天然实验室;另外,脉冲星精准测量可用于自主导航,还可以验证爱因斯坦的引力波预言,等等。

张承民强调说:“脉冲星作为转动中子星,可进行多波段观测实验,可大力提

升大科学装置的精密程度,也能为宇宙新发现提供载体。所以,脉冲星和中子星一直是各国天文学家和物理学家积极关注的热点。”

NICER 欲管窥中子星

据张承民介绍,为揭示中子星的秘密,科学家发射了NICER空间探测器,主要目标是收集脉冲星(旋转中子星)发出的X射线。

《自然》杂志的报道指出,NICER观测结果和其他观测结果使天体物理学家能确定中子星的质量和半径,而这两个属性可以帮助确定中子星内核正在上演什么故事。

NICER的首个目标是编号J0030+0451的脉冲星,初步观测结果表明,这颗“孤独”脉冲星的质量是太阳质量的1.3或1.4倍,半径约为13公里。NICER将继续对其展开观测,进一步提高测量其半径的精度。

NICER团队希望未来两三年能使用NICER计算出另外六个目标的质量和半径,并将其半径的精度限制在0.5公里以内。在此精度下,研究人员可以验证所谓的中子星物质状态方程,该方程描述了中子星的质量与半径(或内部压力与密度)的关系。

此外,他们还计划未来至少研究几颗大质量脉冲星,包括目前最大质量中子星记录保持者——一个为太阳质量2.14倍的中子星,这将使他们探究出中子星的质量上限,即中子星坍塌成黑洞的临界点。

多管齐下拓宽对中子星认知

尽管在观测中子星方面,NICER目

前一马当先,但它并非唯一内部深入探究脉冲星“内心”的设备。

2017年,美国激光干涉仪引力波天文台(LIGO)与欧洲的“室女座”(Virgo)探测器携手,观测到两颗彼此并合的中子星产生的引力波,其中包含有关中子星大小和结构的信息。无独有偶,2019年4月,LIGO观测到第二次中子星并和事件。但当前设备无法观测到并和最后一刻的情况,那时两颗中子星的扭曲最大,相关数据能清楚揭示中子星的内部情况。

《自然》杂志称,日本的“神冈”引力波探测器将于今年晚些时候投入使用;印度的引力波观测天文台也将于2024年启动,这些设施与LIGO和Virgo强强联手,将提高观测灵敏度,并有可能捕获中子星并和最后时刻的细节。

据张承民介绍,放眼未来,一些仪器设备已列入计划,它们或许可以开展NICER和目前的引力波观测站无法进行的观测活动。例如,中国和欧洲预计将于2027年发射“增强型X射线时变与偏振空间天文台”卫星,研究单独中子星及双星中子星,帮助确定它们的状态方程。另外,“宽带能量X射线光谱时间分辨天文台”将使用NICER的热点技术,以更高精度确定至少20个中子星的质量和半径,这一天文台拟于本世纪30年代发射。

张承民说:“过去科学家在光子的视线下观察中子星,以后将在各种宇宙视线下查看中子星的全景,并且探测精度也伴随电子技术、信息技术及人工智能大数据不断升级,开拓出精细与精准的中子星认知时代。”

据新华网

你知道双耳效应吗？

耳朵可以帮助我们听到各种声音,在完成“听”这个环节时,有“侧耳倾听”“听声辨位”等词语。可你知道吗,人们感知到的声音并非是两只耳朵同步探测到的,总有一只耳朵离声源更近,也因此更易辨别方位。要想了解为什么会出现这种情况,你需要知道什么是“双耳效应”。

人体感知声音共有两种途径。第一种是空气传导,简称“气导”,即在正常情况下,声波通过外耳和中耳传至内耳;第二种是骨传导,即通过颅骨振动,直接将振动的声波传入内耳,如我们听到的牙齿咀嚼声。

假如我们只有一只耳朵,是不是就足够生活了?事实上,与只用一只耳朵相比,双耳共同作用能起到更好的听觉效果:双耳对强度、频率的辨别力均高于单耳;对一定声压级的纯音,双耳听到的声音比单耳响2倍;尤其是双耳能够帮助人们判断声源的方位与空间分布,这是单耳所比不了的。这也就是所谓的双耳效应。

由于声波到达两耳处的状态不同,造成了听觉的方位感和深度感。人们在

听到同一声源传来的声音时,若声源偏向左耳或右耳中的一个,或是声源到达左右耳的距离不同,此时听到的声波虽然是同一个,但是在两只耳朵中却存在时间差和强度差。

双耳效应表现在四个方面:第一,双耳时间差。人的左右耳之间有一定的距离,除了中垂面上的声源外,其他方向的声源到达两耳时都会产生时间差。声源偏向哪一侧,哪一侧就会先听到声音。第二,双耳相位差。声波到达位置不同的两耳,相位通常也不同,当声源与两耳的空间距离不同时,声波到达两耳的相位就可能存在差异。双耳相位差为声源定位提供了帮助。第三,双耳声级差。左右耳之间由于头颅的阻隔作用,声音到达两耳可能存在声级差。声源偏向哪一侧,哪一侧的声压级就会大一些。第四,双耳音

色差。当声波通过两只耳朵时,头部会产生绕射作用。复合音中包含的不同频率成分绕过头部的能力各不相同,频率越高的成分衰减越大。所以左右耳听到的同一声音的音色会有差异,能为人耳进行声源定位提供依据。

双耳效应的存在,使人们对不同空间位置的声音产生了不同的方位和强弱感,因此通过感知周围各种不同的声音,造成的综合体验就会形成声音的“立体感”。交响乐团演出时,由于各类乐器在舞台上的分布不同,演奏出的各种声音混合后会变得立体化,这就是立体声。立体声技术的发展,让各种立体声产品如立体声磁带、立体声收录机、立体声电视机、立体声广播等得到普及,立体声家庭影院也深受人们的喜爱。所以说,双耳效应为人们带来了听觉上的独特享受。

据新华网

