上海天文台揭示费米气泡和银河系中心X射线结构的共同起源

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/9649.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！

十年前，费米伽马射线太空望远镜发现了一对关于银河系中心对称的巨大气泡状结构，这对气泡被称为“ 费米气泡 ”，其起源至今仍然是一个学术界争论的谜团。最近，中国科学院上海天文台的研究人员提出了一个新模型，首次同时解释了“ 费米气泡 ”与2003年发现的银河系中心双圆锥形X射线结构的起源。根据这个模型，这两个结构本质上是同一现象，都是由银河系中心超大质量黑洞（Sgr A*）在5百万年前发出的一对喷流所驱动的正向激波（forward shock）产生的。目前该工作已被天文学期刊《天体物理学杂志》（*ApJ*）正式接收。

费米气泡是两个内部充斥着高温气体、宇宙射线与磁场的巨大椭球状结构。虽然肉眼无法直接看到，但这对气泡的弥散伽马辐射却非常明亮。在伽马射线波段，费米气泡有非常清晰的边界，该边界与银河系中心的这个双圆锥形X射线结构的边界很好地重合。

看到这两个边界的高度重合性，上海天文台的研究人员意识到这两个结构在本质上可能拥有共同的起源。双圆锥形X射线结构可以自然地被解释为正向激波压缩形成的热气体壳层外流。银河系中心过去的一次能量爆发就可以激发向外传播的正向激波。

在以前的理论模型和计算机模拟中，费米气泡的能量来源主要有两种观点：银河系中心的恒星形成与超大质量黑洞Sgr A*。然而，这两类模型都把费米气泡解释为爆发喷出物形成的气泡，而激波则位于费米气泡边界以外较远的地方。因此，这些模型都不能同时解释费米气泡和银河系中心双圆锥形X射线外流的成因。

相反，上海天文台研究员郭福来及其博士研究生张瑞玉提出了一个新的理论模型，首次通过计算机模拟表明费米气泡与银河系中心双圆锥形X射线外流在本质上是同一现象。

在该模型中，费米气泡的边界是一个正向激波，由大约500万年前Sgr A *发出的一对喷流驱动。“ 关于这个模型的一个好处是X射线观测可以较好地约束费米气泡的能量和年龄 ”，该文通讯作者郭福来说。在紫外波段，通过测量费米气泡区域高速气体云的运动，也可以推测费米气泡的年龄。这个年龄与新模型中由X射线观测确定的年龄比较相符。

新模型表明，在费米气泡爆发期间，超大质量黑洞Sgr A*

总共吸积了大约100倍太阳质量的物质，释放的能量接近于约20000个超新星爆发释放的总能量。

“我们在研究中发现了另一个非常有趣的事情。如果费米气泡和银心双圆锥形X射线外流具有相同的起源，那么它们极不可能是由恒星形成或黑洞风产生的。”郭福来说。在银河系中心附近，双圆锥形X射线结构的底部非常狭窄，而由恒星形成或黑洞吹出的风激发的正向激波很容易传播到很远的距离，导致底部比观测到的要宽得多。

相反，准直的喷流可以沿着喷流方向将大部分能量快速输运到较远距离，自然会导致银道面附近激波波前变窄，形成双圆锥形结构。近年来，银河系中心的超大质量黑洞一直处于休眠状态，没有任何喷流活动的迹象，但“我们的研究强烈表明，大约500万年前其曾喷出一对很强的喷流，持续了大约100万年，并产生了至今仍可见的巨大费米气泡。”郭福来说。

文章链接

图1：艺术家描绘的费米气泡和银河系中心双圆锥形X射线结构示意图；图片来源：美国航空航天局戈达德太空飞行中心

图2：费米伽马射线太空望远镜和ROSAT X射线太空望远镜对银河系中心的观测，清楚地表明费米气泡在低银纬区域与银河系中心双圆锥形X射线外流高度重合。（图片改编自Bland-Hawthorn, J. et al. 2019）

图3：Zhang＆Guo（2020）新模型预言的X射线1.5 keV波段的表面亮度图。虚线表示伽马射线太空望远镜观测到的费米气泡轮廓。

研究团队单位：上海天文台

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转发