

原初黑洞几时有? 线索或在宇宙起源中

蔡一夫

黑洞大概是宇宙中最神秘的事物之一。它如同一个贪婪的胖子,体重巨大,吞噬任何从它附近经过的东西,包括光线。科学家认为,恒星级质量的黑洞可能形成于大质量恒星在生命终点的爆发。而小质量黑洞的碰撞合并,以及更小质量黑洞吞噬气体尘埃,会形成超大质量黑洞。

但你有没有想过,当宇宙最初还是一片

虚空时,最早的那些黑洞从何而来?这是科学家们思索了半个多世纪的问题。他们一直困惑于,无法在宇宙初期形成数量足够的原初黑洞。

近日国际权威期刊《物理评论快报》上发表的一篇文章重新审视了原初黑洞的物理起源。该文指出,原初黑洞可能与宇宙暴胀时期的声速扰动息息相关。那么,原初黑洞到底从何而来?声速扰动又如何帮助它加快形成?

学家阿兰·古斯在上世纪80年代提出的暴胀学说。他认为宇宙诞生后迅速进入了一段接近于指数形式的加速膨胀阶段。这让宇宙的空间尺度在大爆炸发生之后约 10^{-32} 秒内发生了约 10^{26} 倍的拉伸。形象地说,这意味着在非常短的时间内,一个氢原子直径大小的空间距离被放大为约一光年的尺度。

量子理论认为,真空并不空,而是存在随机的非常小的涨落。它们很快发生又消失,而且涨落幅度非常小,因此在一段时间内看来,它们并没有意义。这被称为真空量子涨落。在暴胀期间,宇宙中原本极为微小的真

空量子涨落同样会被拉伸开,并在其波长超过某个由宇宙膨胀速度决定的尺度时,成为真实的物质密度起伏。宇宙膨胀速度越快,这个尺度越小。

由此理论机制所发展起来的宇宙学扰动理论预言了一个巧夺天工的宇宙微波背景辐射图景。1989年人类发射了第一枚宇宙微波背景辐射卫星——宇宙背景探测器(COBE),它公布的观测数据支持了这一理论。之后威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)以及普朗克(Planck)卫星的高精度实验数据都验证了这一点。

早期宇宙养育的“大胖子”

原初黑洞是什么呢?简而言之,就是宇宙在早期由于局域空间的物质分布过于密集,导致物质直接坍塌所形成的黑洞。它们的形成机制有别于通常情况下恒星坍塌形成的黑洞。可以想像的是,彼时的宇宙与当前它几乎空荡荡的状态是截然不同的。极早期宇宙的温度极高,物质分布也呈现出极为稠密的等离子体态。原初黑洞就是在这个时期形成的。打个通俗的比喻,这就像在一锅浓稠滚烫的热粥里撒上了一把黑芝麻。

由于原初黑洞产生于宇宙原初时期,经过漫长的热膨胀历史演化,它们中的许多可能已经通过霍金蒸发转变为辐射并消失殆尽。不

过,那些仍然残留的原初黑洞为我们认知宇宙提供了诸多重要的启示。例如,原初黑洞被认为是占据了宇宙组份约四分之一的暗物质的有效候选者。此外,恰好处于现在的宇宙中,而且正在发生霍金蒸发的原初黑洞,可以为伽马射线暴提供合理的物理解释。

近期有一种新的学术观点认为,自2015年以来引力波激光干涉天文台(LIGO)所捕获的若干黑洞引力波信号,可能来自原初双黑洞合并过程。正因为原初黑洞可以为宇宙学和天文学实验观测提供丰富的科学目标,天文学家们一直都在为捕获这些“看不见”的天外来客做着不懈努力。

密度扰动加速黑洞形成

然而,在基于标准宇宙学模型所建立起来的扰动理论中,原初黑洞的产生率是极为低下的,通常不足以带来令人期待的观测效应。另外,暴胀会稀释掉在这期间所产生的任何过大扰动,想要形成原初黑洞就必须让一些大的扰动存活下来。这在宇宙学和天文学上探寻原初黑洞笼罩上了重重阴影。

为了解决这个问题,提高原初黑洞的产生率,中国科大的研究团队提出了一种崭新的原初黑洞产生机制。他们指出,如果原初宇宙中存在以声速传播的物质密度扰动,且形成周期性振荡,那么原初密度将发生周期性叠加,增加原初黑洞的产生几率。这就好比,当一个小孩站在秋千上做下蹲运动,若下蹲运动频率为秋千摆荡频率的偶数倍时,秋千摆动幅度会随之增大。

这种动力学机制可以在当前天文学观测限制允许的范围内十分有效地产生原初黑洞,其质量分布非常宽泛。目前通过引力波等手段已经探测到了不同质量的黑洞。但它们的质量分布并不连续。这是因为受到探测手段的限制,还是因为它们的质量分布本就

如此?最新研究给出的答案是后者,而且黑洞不连续的质量分布还会展现出某种规律。这有待更多观测的验证。

研究分析还表明,这种原初黑洞形成机制还可以为当前宇宙学观测中一定比例的暗物质组分提供重要的理论解释。随着天文学发展走进了多信使时代,原初黑洞的可检验性也变得愈发可靠。

关于宇宙如何在极早的原初时期孕育出原初黑洞,还有很多未解的谜团。当前研究为我们了解这类神秘的奇异黑洞提供了一个新的思路。而随着天文学观测技术和实验设备的迅速发展,相信在不久的将来,我们将有机会一窥原初黑洞这类宇宙极早期天体的奥秘。例如,中国计划建设的12米光学望远镜以及即将发射的詹姆斯·韦伯望远镜等先进设备,将能深入探索宇宙极早期的状态,有望在原初黑洞的搜寻方面取得突破。而当前备受关注的引力波天文学将会为分辨黑洞引力波源提供更为详尽的信息,对这些引力波信号是否来自原初黑洞予以辨别。

(作者系中国科学技术大学天文系教授)

无中生有的物质起伏

早在1960年代,苏联物理学家雅科夫·泽尔多维奇和英国物理学家斯蒂芬·霍金分别指出了在极早期宇宙中形成原初黑洞的理论可能性。这在后来的宇宙学研究中被广泛探讨。霍金指出,宇宙刚刚经历大爆炸创生阶段之后,局部密集区域的物质可能由于自身引力作用发生坍缩,从而形成原初黑洞,并

在宇宙后续的漫长演化中不断影响着宇宙的结构。

然而,这些局部密集的物质密度分布从何而来呢?为了回答这一问题,人们将目光投向了宇宙学的另一个重要话题。那就是,宇宙在极早期经历了怎样的物理起源和动力学演化?

当前主流的宇宙起源假说是美国宇宙

小行星系川芳龄几许?“隼鸟”给出答案

天闻频道

本报记者 唐婷

近地行星的起源和演化过程,是一个令科学家着迷的问题。日前,日本大阪大学研究团队在《科学报道》上发表论文称,他们通过分析“隼鸟”号探测器取回的样本,精确得出小行星系川的年龄。

他们的研究表明,系川的母体形成于距今46亿年左右,也就是在太阳系诞生之初。大约

在15亿年前,系川的母体和另一颗小行星发生剧烈撞击后被摧毁,其部分残骸形成了目前所看到的系川。

外形像土豆的系川“身世”曲折,而去探访系川的“隼鸟”号也是一路坎坷。2003年踏上旅程的“隼鸟”号,没多久就遭遇了一次超强太阳黑子爆发,折损了部分太阳能帆板。即将抵达系川时,“隼鸟”姿态控制出现问题,踉踉跄跄勉强着陆。

一度与地球失联的“隼鸟”号,在取样和返回过程中也是状况频出。万幸的是,2010年,

“隼鸟”号返回舱安全着陆在预定的澳大利亚沙漠中,带回了来自小行星的“馈赠”——系川上的尘埃颗粒。

样本回收后,还要排除其受到地面的污染的可能,确认它们都来自系川。此前,科学家的预想是能采集到较大的岩石颗粒,以便分析检测。而事实上,采集到的样本颗粒都非常小,给检测手段和方法出了不小的难题。“因此,科学家花了很长的时间,直到最近才给出系川的年龄。”中科院国家天文台研究员平动松在接受科技日报记者采访时说道。

面对直径仅为50微米的颗粒样本,科学家们如何测出其年龄呢?平动松介绍,科学家采用的是地质学上常用的同位素测年法,即利用放射性元素核衰变规律测定地质体年龄。

当含有放射性同位素的物质形成后,与周围环境隔绝的放射性同位素会不断地衰变减少,衰变产生的稳定同位素在该物体中相应积累。通过准确地测定这两者在物体中的含量,根据放射性衰变定律可计算出物体年龄。

对此,香港大学地球科学系博士后张晓佳进一步解释称,假设小行星是个封闭的系统,各处衰变前和衰变后的同位素之间应该满足一定的线性关系,通过测定若干地点的元素比值,可以拟合出一条直线,通过这条直线的斜率可以推算出小行星的年龄。

“通常是用质谱仪来测定元素的比值,为了提高准确性,会用两组半衰期不同的同位素来互相印证。针对系川的样本,科学家采用铀-235与铅-207以及铀-238与铅-206这两组同位素来测定年龄。”张晓佳说道。

最新的这项研究,对于研究小行星起源和太阳系形成有什么帮助?在张晓佳看来,这项研究的结果对采集到的第一批小行星样本的形成时间尺度给出了限制,为已知轨道信息的近地小行星的演化提供了具体的年龄限制,有助于研究这些小行星的形成和演化历史。

小行星和地球的形成源于同一批原初物质,地球在长期地质活动的影响下已经很难找到远古时期的物质。小行星则不同。一个典型小行星的表面平均温度为零下73摄氏度,它们在几十亿年间的大部分时间内没什么变化,如同时间胶囊一般将古老时期的物质保存了起来。

因此,人们期待通过对小行星的研究,了解更多早期太阳系形成时期的情形。继“隼鸟”号后,“隼鸟2号”接过了赴小行星取样的接力棒。距离地球约2亿公里的C型小行星龙宫是“隼鸟2号”的目的地。日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)的官员日前表示,“隼鸟2号”现已成功抵达距离小行星龙宫12英里处的观测位置,在接下来的一年半时间里,它将尝试3次短暂的接触着落,收集小行星样本。

光谱志

仙后座:夜空中的“女王”

王俊峰

在全天88个星座中,对于在中高纬度的北半球的观察者来说,有几个星座由于靠近北天极,导致“表演欲”太过旺盛。只要天黑,它们就霸占着北边的夜空,常年不落,不没入地平线。由于它们的共同特征,科学家们给它们集体起了个名字:北天拱极星座。在这个“戏霸”组织里,有北极星所在的小熊座、大名鼎鼎的北斗七星所在的大熊座、气势如虹横跨天际的天龙座、众星云集的仙王座,还有我们接下来要讲的仙后座。



流星划过夜空中的仙后座 潘慧恩摄

仙后座是夜空中明亮、辨识度极高的星座之一。居住在北半球的我们,只要在漆黑能看见星星的情况下,就可以很容易地从北边的夜空中发现它。由于它“站立”在银河之上,因此在观测条件较为理想的乡村野外,我们仅用肉眼就可以看到该星座内近百颗星星;即使在灯火辉煌的都市,我们也能很容易地找到该星座内的3颗二等星和2颗三等星构成一个明显的英文大写字母“W”。由于视角的不同,它们也可能形成“M”形状。只要在北部的夜空找到了这个字母,那没错,就是它了,大名鼎鼎的仙后座。

和位于大熊星座的北斗七星一样,仙后座一直是定位方向的重要标志之一。众所周知,在北斗七星中,连接勺口的天璇和天枢并延长五倍距离,就是北极星的位置。同样地,连接仙后座的“W”的两条边,得到其反向延长线的交点。将交点和“W”的中心点连接,并延长五倍距离,同样对应的是北极星的位置。北斗七星和仙后座各位于北极星的一左一右,忠实地履行帮天下苍生定位的职责。

由于仙后座特征明显,过于“张扬”,在不少神话故事中,它戏份十足,风头丝毫不亚于其他明星星座。在希腊神话中,仙后座代表着埃塞俄比亚皇后卡西俄珀亚。她爱慕虚荣,经常吹嘘自己的美貌,因此也被称为“虚荣女王”。不仅如此,她还声称她和女儿安德洛墨达公主比海中所有仙女都更美丽,因而激怒了海神波塞冬。海神为了复仇,派海怪刻托(鲸鱼座)摧毁了她的王国,将她放置在天空中。作为惩罚,她一年内一半的时间都要颠倒着度过。至今,她依然在天空中旋转,只是有一半时间,是倒挂着的。

仙后座除了形状明显、故事丰富外,其内部的深空天体也是众多天文爱好者观测和拍摄的目标。由于位于银河带,这个看似面积不大的星座却成了不折不扣的“聚宝盆”,众多深空天体汇集于此。虽然仙后座内只有两个梅西耶天体——M52与M103,但在科德韦尔深空天体表中,仙后座内则有C8(NGC559)、C10(NGC663)、C11(NGC7635)、C13(NGC457)、C17(NGC147)和C18(NGC185)六个天体入选。其中颜值最高的,莫过于仙后座内最瑰丽的NGC7635了。NGC7635又称为泡沫星云,是一个颜色发红、有纤维状结构的发射星云。它仅10光年宽,距离我们约11000光年,看起来就像是漂浮在宇宙中的一个幻影,跨在仙王座和仙后座之间。

夜色瑰丽,抽时间出去走走,仰望星空,感受这位夜空“女王”的无穷魅力吧。



仙后座中的泡沫星云 NGC7635 NASA

(本版图片除标注外来源于网络)

扫一扫
欢迎关注
带你去看耿耿星河
微信公众号

