

宇宙中,每秒钟都有恒星死去。虽然恒星结束生命的方式不外乎核塌缩和热核爆炸两种,但它们结合各自的物理、化学状态,细化出无数种死法。真是应了那句话:有一万种死法,你要选哪种?可有颗恒星却不走寻常路,它似乎选择了——

恒星的第10001种死法



张天荫

标准的超新星都是相似的,特殊的超新星各有各的不同。

11月9日出版的《自然》杂志就介绍了一个特殊的超新星爆发。天文学家发现,一颗被命名为

iPTF14hls的超新星在近两年的时间里,爆发了5次。在全球大视场巡天开展得如火如荼的当下,每天都会发现十几颗超新星,但如此走向死亡的恒星却前所未有。清华大学和国家天文台的研究人员作为该研究的合作者,利用国内的中小型望远镜设备为这项工作贡献了重要数据。

50—100天保持缓慢变化。这与之前的观测相符合。因此我国超新星研究者判断这是一颗普通的II P型超新星,再次错过了这个重大发现。

100天后,iPTF14hls迎来了第三次的亮度增加,大量的望远镜将镜头对准“事发地点”,开始对iPTF14hls进行集中观测。此后的300天内,科学家又探测到至少两次亮度增加的现象。也就是说,在长达600多天的时间内,这颗超新星至少5次突然变亮,然后又暗淡下去。

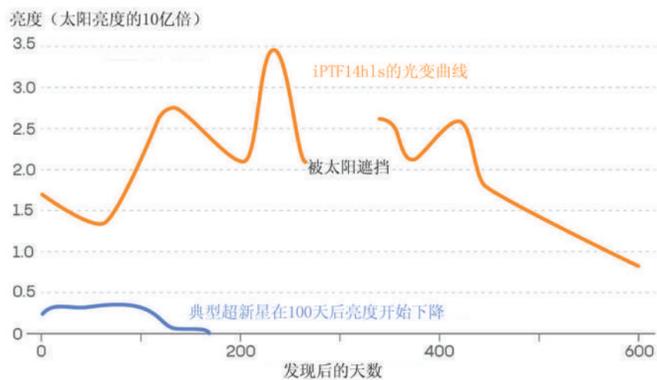
iPTF14hls所在的星系有个长长的名字SDSS J092034.44+504148.7,它距离地球约4亿光年。之所以科学家对这个星系的距离并不十分确定,是因为它实在是太过暗淡、太过平淡无奇,因此之前未有望远镜专门对准它。而超新星iPTF14hls五次爆发的“事迹”在天文界前所未有,才让iPTF14hls和它所在的星系成为科学家们关注的焦点。

一波三折的发现过程

2014年9月22日,著名的帕洛玛瞬变源巡天项目利用大视场相机发现了一个突然变亮的点。作为一颗超新星候选体,它被命名为iPTF14hls。按照传统的超新星研究过程,应该迅速寻找大口口径望远镜进行光谱认证。出于某些原因,iPTF并未公布该超新星的发现信息,也没有启动后续的监测。

两个月后,另外一个超新星巡天卡特琳娜实时瞬变源巡天于2014年11月18日独立发现了该超新星的爆发。因为看起来亮度变化不大,天文学家没有对这颗超新星更进一步关注。

2015年的第一天,国家天文台与清华大学联合开展的超新星巡天项目探测到了这颗超新星的再次变亮,并于2015年1月8日利用国家天文台2.16米望远镜观测了它的第一条光谱。光谱显示,这是一颗II P型超新星。这类超新星在爆发时包含大量的氢和氦元素,其亮度会在爆发后



iPTF14hls与普通II P型超新星光变曲线的对比 图片来源:www.quantamagazine.org

恒星生命的终点

超新星是恒星终结生命的一种形式。当恒星耗尽其内部核反应原料时,会开始不可阻挡地塌缩,随后产生剧烈的爆发。爆发会让恒星的亮度迅速增加10个量级以上,并将恒星的大部分物质以上万公里/秒的速度抛射到空旷的宇宙中。在宇宙空间中,每秒钟都有一次超新星爆发在上演,而人类所有的探测设备集中在一起也只发现其中的十万分之一。现有的超新星观测数据显示,绝大部分超新星会在爆发后的几十天到1年内,亮度下降到观测仪器的探测极限以下,最终从我们的视野中消失,遗留下一个中子星或者黑洞,又或者尸骨无存。

不断复活的“僵尸”超新星

一般来说,超新星爆发后会在几天或者几周内达到光度极大,然后逐渐暗淡。当然,凡事有例外,超新星在爆发后出现多次光度增亮现象也曾有过先例,比如著名的SN 1987A和1993j。iPTF14hls被天文学家戏称为“僵尸”超新星。它在演化的终点迟迟不肯离去,多次爆发。到底是什么让它一再“复活”?

对于超新星再次变亮,天文学家有多种解释。首先是适用于最多场景的镍元素56号同位素的衰变。在演化的最后阶段,恒星会在高温高压状态下合成镍元素的56号同位素,之后它会通过放射性衰变,缓慢地变为铬和铁,并释放能量,使超新星再次变亮。SN 1987A和1993j再次变亮的机制就与这种机制类似,但它一般只会使超新星产生一到两次的亮度增加。其次,如果超新星爆发时,其周围有一个前身星星风吹出的物质壳层,那么当爆发抛出的物质进入这些壳层后,会与这些壳层发生相互作用,加热这些物质使其发出辐射。辐射提供的能量会使超新星的亮度下降速度减缓,并且会伴随有射电和X射线的辐射。但对iPTF14hls的观测并没有探测到射电或者X射线的辐射。第三种可能,如果超新星爆发后形成一个高速旋转的、磁场较强的中子星,这样的中子星

会因为旋转速度的减缓,使其转动动能转化为辐射能,为超新星的辐射注入新的能量。但这样的能量注入一般是单次的,也无法解释iPTF14hls的5次变亮,而且现有的模型也不支持包含有大量氢元素的恒星产生这样的高速强磁场中子星。

研究表明,在爆发之前,iPTF14hls可能是一颗质量超过100个太阳质量的低金属丰度恒星。这种恒星生命晚期会在特定的条件下产生正负电子对,使得恒星的状态方程发生变化,导致其不稳定性增加,进而抛出部分外层物质,并重新达成稳定的状态方程。多次重复这个过程就会在超新星外部形成多重壳层。最终恒星彻底死亡爆发后,抛出的物质与不同壳层的相互作用就会产生iPTF14hls的奇特光变曲线。

遗憾的是,该模型预言超新星在爆发时将损失绝大多数氢元素,这与iPTF14hls光谱中发现较强的氢谱线相悖,而且模型预计的爆发总能量比实际观测到的要低一个量级。如此看来,该模型也不是iPTF14hls这类奇特超新星爆发的最终答案。未来更多与iPTF14hls类似的超新星的早期观测数据,加上日益完备的恒星演化模型,也许会让我们的发现恒星的一种新死法。

(作者系国家天文台副研究员)

“瘦小版”黑洞现身,引力波立了哪些功

本报记者 唐婷

美国时间11月15日,激光干涉引力波天文台(LIGO)官方网站发布信息,再次宣布接收到来自太空的引力波信号。而在目前通过引力波探测到的双黑洞中,形成此次引力波信号的双黑洞“体重”最轻。这次发现的意义何在?能与从电磁波观测得到的黑洞性质形成怎样的互补关系?科技日报记者就此采访了相关专家。

黑洞是宇宙中的“贪吃王”,它凭借巨大的引力将恒星等物质撕裂,并在身体外围形成一

个“甜甜圈”模样的气体吸积盘,气体一边旋转一边向它靠近,最终被它吞进“肚”里。

吸积盘中气体高速旋转,越靠近黑洞转速越快,高速气体之间的摩擦会产生大量的热,使吸积盘中心部分气体温度达到惊人的高度并发出强烈的电磁辐射。通过天文望远镜观测宇宙中的电磁波,科学家可以推断黑洞的存在。

然而,可以探寻单个黑洞的电磁波观测在双黑洞面前陷入“盲区”。在双黑洞系统中,两个黑洞在最终的并合过程中,周围并没有气体存在,因此不会产生能够被探测到的电磁波

辐射。

没有产生电磁波,并不意味着双黑洞系统无迹可寻。双黑洞并合前,会一边互相绕转一边释放出引力波。由于引力波带走了能量,两者会越来越靠近,直到撞上,释放出巨大的能量。因此,通过探测引力波,人们不仅能“捕捉”到双黑洞系统,还能“看见”它们并和的过程。

形成此次引力波信号的双黑洞“体重”是引力波探测历史上最小的。今年5月LIGO发布的第三次引力波事件,探测到两个分别为31.2和19.4个太阳质量的黑洞,而此次探测到的两个黑洞质量分别为7倍和12倍太阳质量。

“对于质量较小的恒星级双黑洞,在地面引力波探测器直接探测到它之前,科学家们并不确定它们是否存在,此次探测结果证实,小质量的双黑洞系统是存在的。”国家天文台研究员苟利军说道。如果说今年5月发布的引力波探测结果表明宇宙中存在“微胖界”黑洞,这次的结果意味着找到了“瘦小版”黑洞。

在描述引力波和电磁波探测的不同特质时,LIGO科学合作组织爆发源分析组联席主席Ik Siong Heng曾指出,传统的光谱观测能提供天体物理现象外层的动力学信息,但引力波观测则让我们听到那些宇宙中最高能现象的“心跳”。

同样是获取黑洞的质量、自旋速度等物理性质,和电磁波探测相比,引力波探测方式更为

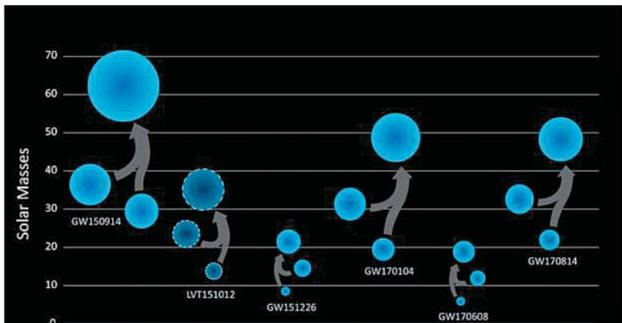
直接。通过直接分析引力波波,科学家们就能推算出黑洞的质量、自旋速度、两个黑洞互相绕转速度。

电磁波探测则是间接得到这部分信息。苟利军指出,通过观测黑洞周围的伴星和黑洞周围的吸积盘辐射,可以获得黑洞质量、黑洞自旋以及黑洞与伴星互相绕转速度。

值得一提的是,通过探测引力波,能获得双黑洞并合前每个黑洞的自旋信息,以及并合后形成的黑洞的自旋信息,这对理解双黑洞形成机制有重要意义。苟利军解释,目前科学家认为双黑洞系统有两种形成可能:孤立双星演化,或者一颗黑洞捕捉另一颗。目前从引力波观测得到的黑洞并合前自旋信息,更多地支持后者。

但美中不足的是,引力波信号自身也存在一定缺陷,比如信号十分微弱,信号源定位误差非常大,仅仅利用引力波探测无法确认信号来自哪里。事实上,引力波与电磁波携带着天体不同类型的信息,对两者的探测互为印证。引力波及其电磁对应体的发现,有助于科学家结合不同信息研究天体的性质,并检验宇宙的基本规律。

就此次发现的黑洞而言,它有助于天文学家从引力波观测得到的这类黑洞的性质与从X射线观测中发现的黑洞性质进行比较,填补这两类观测之间缺失的一环,促进多信使天文学的发展。



LIGO目前已经探测到的双黑洞系统 图片来源:LIGO官网

光谱志

欢腾在初冬夜空的“金牛”

王俊峰

日月盈昃,星辰列张。寒来暑往,秋收冬藏。当时间进入冬夜,银心已逝,飞马西沉,夏秋喧闹的星空渐离我们远去,但这并不意味着华丽星空的落幕,相反,正是冬季星空星座轮番表演的精彩时刻。这不,入夜后不久,我们就在东南方向看到一头雄壮的大牛噙着星登上夜空,与大“猎户”对峙,这就是初冬夜空中最欢腾的金牛座。

金牛座做为黄道十二星座之一,大众熟知度很高。其实,在夜空中,金牛座个性鲜明,辨识度也一样高。在“金牛”的头部,有天空上少数的一等星之一、橙红色的毕宿五(金牛座α,视星等为0.85)做为“牛眼”。它率领毕宿一等一众亮星,组成了金牛座的标志性符号——“V”。在V字形的延长线上,是两支锋利的牛角,其中一支为和御夫座共用的五车五。通过这个标识,就可以在茫茫星空中很容易地定位到这颗欢腾的“金牛”了。



黄道十二星座之一的金牛座登上初冬夜空 潘慧恩摄

金牛座在夜幕上的面积为797.25平方度,占全天面积的1.933%,在全天88个星座中,面积排行第17。它的“牛眼”——毕宿五在天空中可是声名显赫。毕宿五位于黄道附近,它和同样处在黄道附近的狮子座的轩辕十四、天蝎座的心宿二、南鱼座的北落师门三颗亮星被合称为黄道带的“四大天王”,因为它们在天球上各相差大约90°,正好每个季节一颗。在冬季,它和双子座的北河三、御夫座的五车二、小犬座的南河三、大犬座的天狼星、猎户座的参宿七共同组成冬季六边形,宛若一颗大钻石镶嵌在夜空。

金牛座除了亮闪闪的“牛眼”外,镶嵌在牛肚子上的“宝石群”也是众多爱好者追逐观测和拍摄的目标,它就是散发着迷人蓝光的、为数不多的人类肉眼可见的星团——昴星团(Pleiades)。昴星团在梅西叶星表的编号为M45,是我们最近、也是最亮的几个疏散星团之一。在北半球看,它是大而明亮的疏散星团,在晴朗的夜空中,单用肉眼就可以看到有六七颗亮星,所以又被称作七姊妹星团。昴星团总共含有超过3000颗的恒星,它的横宽大约13光年,距离128秒差距(417光年),直径约4秒差距。

由于金牛座是黄道星座之一,昴星团也距离黄道较近,所以月掩毕宿五、月掩昴星团的天文景观时有发生。当出现此类现象时,用肉眼即可观测到。但为了更好的效果,建议用普通的单筒望远镜。当看到毕宿五或者七姊妹纷纷被月亮遮住,又一个个还原变亮时,才能真切地感受到大自然赋予的神奇和天文观测的无限乐趣。

天冷了,想和这头欢腾的“金牛”约会,共赏美丽星空的话,记得添加衣物,防寒保暖哦。



昴星团的七颗亮星如同宝石般簇拥在一起 李鹏摄

天闻频道

科学家发现百余颗米拉变星候选体

据国家天文台消息,近期,北京大学姚雨含和国家天文台刘超等人从LAMOST第四期数据的光谱库中,发现了191颗新的米拉变星候选体。该项研究成果已被《天体物理学增刊》接收。

米拉变星是一种光变周期在80天以上的长周期变星,处于中、小质量恒星演化的晚期阶段。由于它们总体较亮,易于观测,且距离可以从光变周期中大致估算得到,天文学家长期以来将其作为很多天体物理问题的探针。例如,建立大量米拉变星的物质组成和空间分布图像,可以帮助人们了解关于银河系结构和演化的重要信息。也正因此,米拉变星的样本量越大,得到的物理参数就越准确。

传统上寻找米拉变星的方法是对许多恒星进行持续几年的测光观测,再根据光变曲线确认它们的类型。LAMOST望远镜的观测提供了基于光谱特征的新思路。与普通巨星不同的是,米拉光谱在特定时期(如光度极大前后)会表现出氢和某些金属元素的发射线。利用这一特点,研究人员通过测量谱线强度,并结合公开的近红外测光数据,从LAMOST第四期数据中筛选出200余条属于191颗恒星的发射线光谱。这些新的米拉变星候选体需要后续长期的测光来确认它们的“身份”。