



图片来源:网络

你以为它是一颗“新”恒星,实际它是恒星生命的终结;它光芒耀眼,你却不知道下一次它出现在哪儿

# 超新星“量产”的秘密

张天萌

5月14日,一位美国犹他州的天文爱好者利用35厘米口径的小望远镜,发现了位于旋涡星系NGC 6946中的一颗突然变亮的天体。全世界天文学家纷纷转动望远镜来观测这个突发的天体,并最终利用测光和光谱的数据证实了,这是一个很年轻的II P型超新星。

虽然随着技术与设备的进步,超新星不再

是极其稀有的发现,但这颗最终被命名为SN 2017eaw的超新星,其所在的宿主星系NGC 6946依然破纪录地孕育了它一百年来第10颗超新星。除此之外,在这个距离我们大约2000万光年的星系中,有一颗质量大约是25倍太阳质量的红超巨星在2009年短暂变亮后再变暗。这个“消失”的天体(N6946-BH1)被认为很可能是一个爆发失败的超新星,最终很可能会转变为黑洞。

## 提前预告超新星不容易 新技术提高寻找效率

我们的宇宙中,每秒钟都会有一颗超新星爆发。然而,相对于恒星漫长的数百万年生命,超新星事件的持续时间很短。加上大部分望远镜都无法分辨出银河系外星系内的恒星,因此很难提前预告超新星的爆发。

上世纪90年代,天文学家选择了一批离我们较近的星系,用望远镜对它们进行反复拍摄,通过比对不同时间拍摄的图像来发现超新星。当时的北京天文台兴隆观测站利用一台口径仅有60厘米的望远镜开展寻找超新星的工作,一度处于世界领先水平。

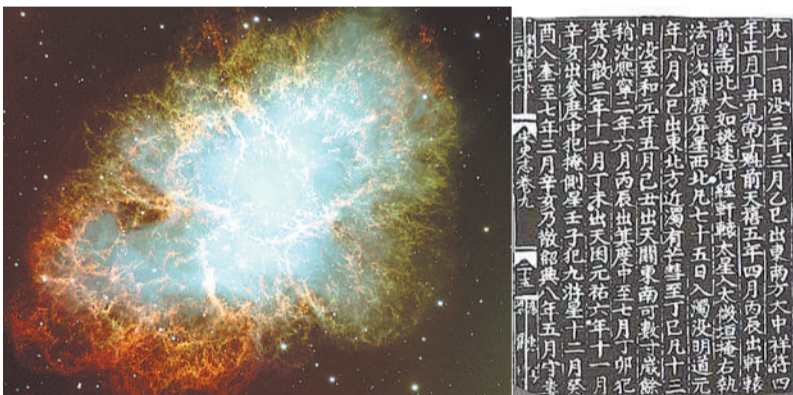
进入21世纪,随着探测器和数据处理技术的进步,使得我们可以快速获得大面积天区的图像,于是更多的大视场巡天项目纷纷启动。现阶段很多巡天计划的单幅图像覆盖的区域可以达到数十平方度(月亮的大小约0.25平方度)。其中计划于2018年展开的ZTF(Zwicky Transient Facility)巡天,甚至可以在一个夜晚把整个天空扫描一遍。图像中

会有上万甚至几十万颗恒星和星系。

如何在这些恒定不变的天体中找到诸如超新星这样会变化的目标源,一直是很大的挑战。最近几年,科研工作者主要使用图像相减技术,即利用两幅不同时间拍摄的图像进行对比,把恒星和星系这样的不变天体去除,再利用一些判断标准就可以比较准确地找到超新星候选体。

最新的机器学习技术的引入,有助于更加有效地找到超新星,进而利用其它望远镜对它们进行后随观测。中国天文学家最近几年也在开展大视场超新星巡天项目。清华大学与国家天文台和紫金山天文台合作的TNTS(Tsinghua-NAOC Transient Survey)和PTSS(PMO-Tsinghua Supernova Survey)每年可以发现超过100颗各类超新星。

研究人员利用这些极为早期的超新星观测数据,开展了大量超新星前身星模型的研究工作,为恒星的演化补上了最后一环。



蟹状星云(M1)位于金牛座,距地球6500光年。它是公元1054年一次超新星爆发留下的残骸。我国史书《宋史》《宋会要》等较为详细地记载了这次超新星爆发,因而这颗超新星也被称为“中国超新星”。

图片来源于网络

## 超新星爆发极其明亮 孕育绝大多数重金属元素

尽管2011年诺贝尔物理学奖授予了三位利用超新星发现宇宙加速膨胀的天体物理学家,但相比声名赫赫的黑洞,超新星要默默无闻得多。超新星爆发是某些恒星在演化接近末期时经历的一种剧烈爆炸。这种极其明亮的爆炸所释放的电磁辐射经常能够照亮其所在的整个星系,并可持续几周至几个月。爆炸中,其前身恒星的绝大部分结构彻底瓦解。

翻开元素周期表,绝大多数重金属元素都来源于超新星的爆发。爆发所抛出的物质与激波会对下一代恒星形成以及星系的演化产生不可忽略的影响。

天文学家沃尔特·巴德和弗里兹·茨维奇最早于1931年在他们所讲授的课程中引入了“Supernova(超新星)”这个词,用于介绍

一些突然出现在天空中的“新”恒星,并沿用至今。

根据历史文献记载,2000多年来,我们的银河系至少出现过8颗超新星。其中最著名的当属我国宋史中有详细记录的AD 1054。它爆发后留下的遗迹就是我们今天命名为M1的蟹状星云。而银河系迄今为止最后一个有记录的超新星是1604年爆发的开普勒超新星。

现代超新星的研究,一般认为是从1885年发现我们的邻居星系M31中爆发的超新星开始的。国际天文学联合会(IAU)对超新星的命名,是用发现时的年份加上英文字母表明发现的次序。越来越多超新星被发现,使得它们名字中的字母数量不得不从一个增加到了三个。

## 走向死亡时的余晖 昭示不同的恒星“前世”

突然变亮的超新星看似“新”恒星,但其爆发却是一部分恒星生命的终点。爆炸一旦发生,最终的结果就是恒星的彻底消失或转化为极端致密的天体,比如中子星或者黑洞。这个过程不可逆转。

20世纪40年代,鲁道夫·闵可夫斯基提出利用超新星的一些表象特征,如光谱中的谱线和超新星光度随时间的变化,对超新星进行分类。最初的判断标准是用光谱中的氢元素电离线来区分I型(无氢)和II型(有氢)超新星。随着超新星发现数量的增加,又根据硅和氧的电离线把I型超新星再分为Ia(有硅)、Ib(有氢)和Ic(无氢)型。II型超新星中,也根据光度变化曲线的形状分为II P, II L等子类型。

虽然这个分类被沿用至今,但随着恒星演化理论快速发展,超新星研究者更倾向于用超新星爆发的机制来重新定义超新星的类型。20世纪70年代,天体物理学家提出,Ia型超新星爆发来源于双系统中的致密白矮星爆炸。白矮星通过吸积伴星物质或者与另一颗白矮星发生碰撞合并,导致其质量超过稳定的白矮星质量上限。此时电

子简并压无法再抗衡引力,引发恒星温度持续上升,最终发生剧烈的爆炸。

Ia型超新星爆发的主要能量来源是镍元素同位素的放射性衰变。超新星爆发后亮度迅速上升,在2-3个星期的时间内达到最亮,此后开始缓慢下降并最终消失不见。除了Ia型超新星,其它类型的超新星都来源于大质量恒星的演化。

1986年,天体物理学家乌斯里和韦弗利发表文章,认为质量大于8倍太阳质量的恒星在其生命的最后阶段,用于提供辐射压、保持恒星稳定的氢元素被燃烧殆尽,引力导致恒星向内部快速塌缩,最终发生爆炸。文章开头提到的SN 2017eaw就属于核塌缩型超新星,并且是最常见的II P型。这类超新星的光度在长达2-3个月时间内保持不变。利用哈勃望远镜,天体物理学家们直接证实了,大部分II P型超新星的前身星都是红超巨星。

未来会有更大量的超新星爆发被探测到,上至宇宙模型、下至恒星形成等各个领域将成为它们的用武之地。

(作者系国家天文台副研究员)

## 光谱志

# 捕获完美星迹 感受“斗转星移”

王俊峰



《金星伴月落》 戴建峰 2016年12月6日摄于北京角楼

由于地球自转,人类在地面观测,夜空中所有的星体都以整圆的形式旋转移动。越靠近南北天极的星产生的圆越小,靠近地球赤道的星体则会产生最大的圆。而通过长时间曝光,去记录星体移动的轨迹所形成的美丽画面,也成为众多摄影爱好者追求的目标。

如果去记录星体在夜空中留下的美丽轨迹(以下简称星迹)?随着科技和拍摄设备的提升,拍摄星迹照片已成为非常简单的事情。首先,要准备一台可以长时间曝光的拍摄装备;其次拍星迹需要长时间曝光,配备一支用于稳定的三脚架是必须的;最后是要准备可设置间隔拍摄的快门线,如果相机自身具备间隔拍摄功能,此项可忽略。至此,通过这些装备,就基本可以完成星迹作品的拍摄了。

拍摄星迹作品,取景的选择很重要。如果只是单纯地把镜头对准天空,作品的意义和价值会大打折扣。因此,选择拍摄地具有代表性的地貌建筑,再结合星迹的“圆”满呈现,才是一张成功的作品。

星迹的拍摄通常有两种方法,一种是B门单张长曝法,另一种是多张拍摄堆栈合成法。前者在胶片时代较为盛行,只需要对准拍摄方向,调整好参数用B门一直拍摄即可,但存在长时间曝光就出一张照片,且中途容易被意外光干扰破坏的弊端,因而不推荐;后者为目前主流的拍摄方式,通过不间断拍摄多张照片再进行后期堆栈叠加上来完成拍摄,即使拍摄中途出现意外光源干扰,单独去掉被破坏的那张即可,推荐使用此方法拍摄。

采用多张拍摄堆栈合成法,首先要用到快门线或相机的自动连拍功能,进行无间隔连续拍摄。在架好机器后,选择需要拍摄的朝向。朝北是效果最直观的同轴圆,所需拍摄时间也最长,其他方向都是相应曲度的弧线,拍摄时间较北朝向较短。然后根据实际环境配置好参数。常规参数可设置为:白平衡3500-4000K、感光度ISO 800-3200、对焦无限远、曝光时间15-30秒。按快门线,然后等待照片拍到一定数量就可以了。如果以20秒一张的曝光,拍摄100张左右堆栈后就可以得到明显的星轨效果了,连拍张数越多,曝光时间越长,星迹就会越长。

采用此法拍摄对环境光污染的要求比较宽松。如果天空透明度较好,在城市里肉眼可以看见北极星的话,就可以尝试拍摄城市上空的星迹了。但在城市里拍摄星迹,曝光参数要以天空不过曝、在单张照片预览里可以看得见较多的星点为宜。

拍摄完成后,将拍摄好的照片导入电脑进行堆栈合成,一般使用Photo-Shop即可,推荐使用第三方软件Startrails,轻便高效,效果更佳。

需要注意的是,由于拍摄星迹需要长时间曝光,对电池续航能力是一种考验,尤其在寒冷的冬天,锂电池的续航能力会大打折扣,建议多准备几块电池,或使用外接电源给相机供电。同时在拍摄过程中注意人身安全,机身不要移动,注意防寒保暖、蚊虫叮咬及设备掉落、丢失等。

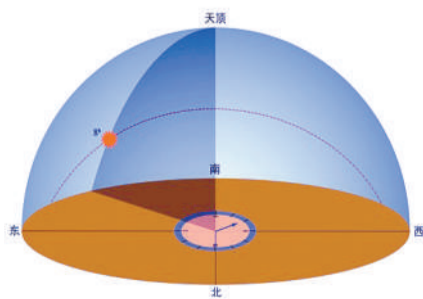


《星迹中的萤火虫》 王晋 2015年4月20日摄

# 出了地铁就找不着北? 天文学家这么干

## 身边的天文学

李鉴



时间折半对太阳,12点指向是北方。以东经120度某地上午8点钟为例,将手表时针的4点钟刻度对准太阳(注意:时间要按照24小时制读数),表盘的12点所指大致就是北方。使用时要注意其适用范围:冬季、高精度,夏季、低精度须提防。

李鉴图

在都市生活的人们,恐怕大都有着出了地铁就找不着北了。打开手机导航,还得先蹭上一把,顺着条路上去一大截,它才能识别出正往哪儿走,然后提示:“您已偏离路线”或“前方请调头”……其实天文学家告诉我们,不用这么麻烦,我们看看太阳,再巧用一下自己的手表,就能大致判断出东南西北。

### 看天知方向有口诀

时间折半对太阳,12点指向是北方;  
冬季、高精度,夏季、低精度须提防

在早晚,太阳是最好的“指向明灯”。它每天都东升西落。对我们北半球而言,冬季时日出的位置是东偏南,日落的位置是西偏南;夏季日出的位置是东偏北,日落的位置是西偏北;春分、秋分日,日出在正东,日落方正西。

不过通常我们最容易转向的时间,不是早晚或中午,而是上午九点钟或下午三四点钟。这时,请别忘了我们的手表,它是一个辨向利器。我们只需要按照以下几步操作即可:

把手表平放在手上或者地上,按24小时制读出手表上的时刻,将小时数除以二,得到一个数A。然后让表盘上的A刻度对准太阳,这时手表表面12点所指的方向就是北方,6点

所指的方向是南方。例如在下午3:30,按照24小时读数除以2就等于7:45,这时把表盘上时针的7:45这个刻度(七八点之间靠近八点的位置)对准太阳,那么表盘12点所指的方向大致就是北方。

在这个过程中,手表要尽量水平。而且严格地说,应该把手表上的北京时间换算成当地的地方时。不过考虑到实用性,加上手表辨向本就是一个粗略的方法,误差比较复杂,在我国大部分地区只需要粗略判断方位时也可省去这步。还需要注意的是,总体而言,手表辨向比较适合在上午十点钟以前和下午两点钟以后使用,并且纬度越高,手表辨向精度越高。在低纬度的夏天,手表辨向误差太大,不能再用。以北回归线以南地区(例如海南、深圳、广西南部等地)的6-9月为例,手表辨向的误差可高达50°以上!

### 周日视运动帮助辨方向

太阳与天空构成“天然时钟”,手表是其“微缩”版

为什么利用手表与太阳就能确定方向?因为地球自转,我们看到太阳每天在天空中从东往西运动一圈的时间是24小时,这在天文学上称为“周日视运动”。人们规定太阳经过上中天,也即

头顶最高位置的时刻为地方时的12点。于是在我们看来,太阳的周日视运动路径,就好像一个24时制的表盘,它与太阳一起构成了一个巨大的“天然时钟”,太阳所在处就是时针所指的位置。而且重要的是,这个“表盘”的指向相对于观测地点来说是固定不变的,表盘垂线总是指向北天极,表盘的12点总是指向南边。

我们的手表就可以视为这个天然时钟的“微缩”版。如果手表也采用24小时制的话,换算成地方时后,任意时刻将手表时针方向与天然时钟的时针方向(即太阳的方向)对齐,表盘的12点当然也指向了南边。不过实际使用的手表都是12时制的,所以我们需要进行一个数学转换,“时间折半”就是为了把表盘刻度换算成24时制,换算后就变成12点指向北方了。

理解了原理后,我们很容易找到手表辨向的误差来源:由于事先不知道北天极的位置,表盘只能水平放置,这与太阳周日视运动面有一个夹角,而且圆心也并不重合,手表辨向的主要误差即由此而来。太阳的高度越高,则表盘指针与“太阳指针”的角度之差越大,此时的辨向误差也就越大。在北半球,低纬度地区太阳的高度一般比高纬度地区高;另外,越靠近夏至,太阳高度越高。因此我们说手表辨向的适用范围是:冬季、高精度,夏季、低精度须提防。