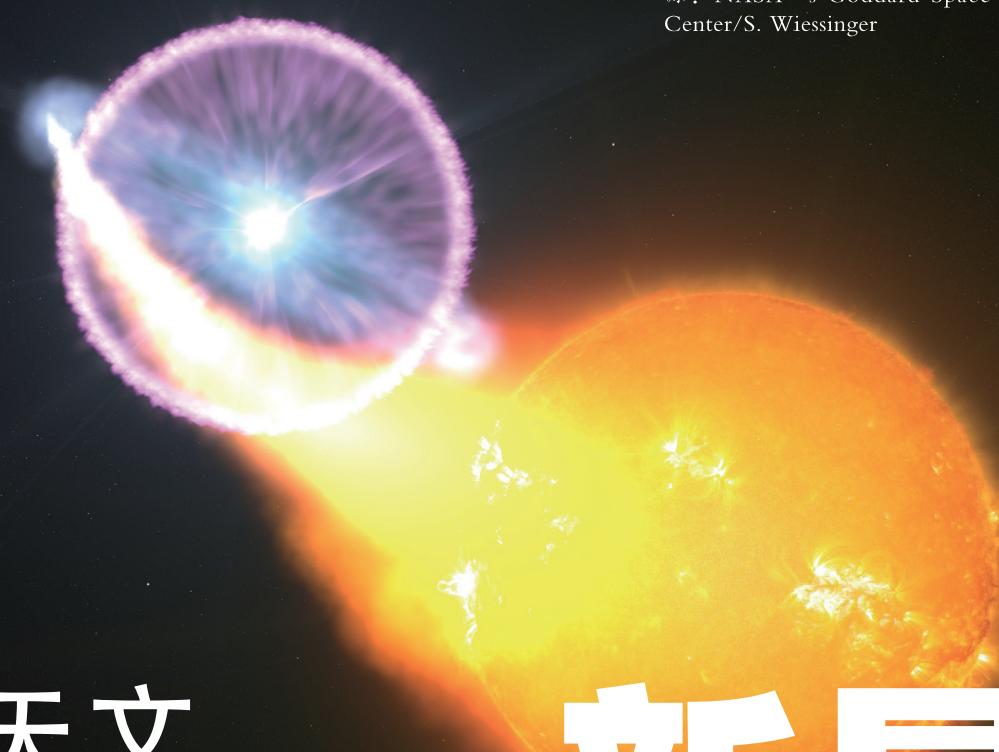


艺术家绘制的新星概念图。图片来源：NASA's Goddard Space Flight Center/S. Wiessinger



我的天文 巡天生涯之 新星

□ 孙国佑

★ 什么是新星？

新星（NOVA）是一种激变变星，是由紧密双星系统中的白矮星吸积伴星物质，在其表面堆积了大量氢、氦等气体后，发生的剧烈爆炸现象。新星在爆炸之前很难被发现，但爆炸之后会突然变得很亮，就像新出现了一颗恒星一样，所以叫做新星，在古代这也属于客星的范畴。新星爆发后亮度会在几天或几星期内上升至极大，然后在几个月到若干年期间内有起伏地下降到爆发前的状态，新星的亮度变化很大，从8等到15等不等。新星按光度下降速度分为快新星（NA）、慢新星（NB）和慢变光新星（NC）。

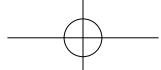
理论上认为大多数的新星都是再发新星。只要伴星能继续供应氢在白矮星表面吸积，一颗白矮星就能反复的爆发成为新星，例如仙女星系新星M31N 2008-12A，几乎每年都会爆发一次。如果白矮星吸积伴星物质达到了钱德拉塞卡质量极限，那么它最终会爆炸成为Ia型超新星。

新星不仅只有银河系中有发现，在其他星系中也

发现了很多新星。M31仙女星系中至今已发现上千颗新星。M33星系、M81星系、大麦哲伦云、小麦哲伦云等不少星系中也发现过许多新星。据估计，银河系每年会有约50颗新星爆发（但因为尘埃和气体的遮挡，实际发现数量约为每年10颗），M31仙女星系每年会有30-50颗，有些星系可能每两年才能发现一颗。

新星有些特性可以做为标准烛光，例如其绝对星等分布存在双峰结构，主峰值在-8.8星等，另一个次要峰值在-7.5星等。在峰值之后的15天，新星会有大致相同的绝对星等-5.5等。相比较以造父变星对邻近的星系和星系团的距离估计，以新星作为距离指示天体能够得到相似精度的距离估计。

新星的研究对于我们了解宇宙的演化历史和星系的形成有着重要的意义。新星的研究可以帮助我们了解恒星的演化过程，以及恒星的死亡方式。新星的研究还可以帮助我们了解银河系的结构、形成和演化。总之，新星的研究对于我们了解宇宙的各个方面都有着重要的意义。



★ 如何发现新星？

银河系内的新星和银河系外的新星，虽然它们的本质相同，但我们习惯于把它们区别开来。银河系内的新星相对容易发现，因为在银河系内距离较近，它们的亮度通常会亮于10等，有时候甚至可以用肉眼看到。例如，1975年由日本人Kentaro Osada等人发现的天鹅座新星V1500 Cyg，其亮度一度达到了2星等，引起了全球天文爱好者的广泛注意，国内著名的段元星老前辈也曾独立观测到这颗新星。随着电子成像技术的发展和普及，要发现银河系内的新星更加容易了，只需要有一个单反相机和一个赤道仪就可以了，当然有一套合适的望远镜设备更佳。首先，要选择一个黑暗而清晰的夜空，然后用赤道仪对准北极星，使望远镜或相机能够跟随地球自转而不丢失目标。其次，要选择一个合适的区域，比如银河系的旋臂或暗云附近，因为那里恒星密度高，新星出现的概率也高。根据我个人的统计，Sgr人马座是发现银河系新星最多的星座，然后是Oph蛇夫座、Sco天蝎座、Aql天鹰座、Sct盾牌座、Cyg天鹅座等星座，这些区域发现的新星占了所有银河系新星发现的一多半。然后，要拍摄多张照片，并且每张照片都要有一定的曝光时间，比如10秒钟或更长，能保证极限星等在10等以上即可。最后，要对比不同时间拍摄的照片，看看是否有任何变化。如果发现有某颗恒星在不同时间的亮度有明显变化，或者出现了一颗之前没有看到过的恒星，那么就可能是发现了一颗新星。当然，还要排除其他可能造成误判的因素，比如噪点，小行星、卫星、彗星，已知变星等。银河系新星的发现通常需要耐心和运气，虽然发现它们的门槛很低，但是数量稀少，每年不足10颗的样子。如果确定是一颗新星，就要尽快报告给权威机构并联系其他爱好者进行确认。

银河系外的新星也称为河外新星，就比较难发现了，因为它们距离遥远，在河外星系中爆发的新星发出的光，在穿越了数十万光年甚至更遥远的路程后，会非常暗淡。大多数河外新星发现时的亮度暗于17等。要发现银河系外的新星，就需要有一个较大口径的望远镜和良好的台址。最好是使用远程观测台，因为它们可以更好地避免光污染和气象干扰，并且可以随时调整观测位置和参数。发现银河系外的新星的方法和银河系内的类似，也是通过对比不同时间拍摄的照片来寻找变化，不过建议通过曝光单张图片的极

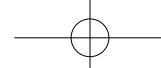
限星等最好在18等以上。另外还要注意选择合适的区域，比如一些明亮的河外星系，因为那里新星出现的概率比较高。这其中M31仙女座星系是发现河外新星最多的地方，其次还有M33、M81、M101等星系也有零星的发现。如果发现了一颗河外新星，也需尽快报告给权威机构进行确认。

★ 我的新星巡天发现之路

2007年底我加入刚创立的新疆星明天文台，而星明天文台的第一个巡天项目是NSP银河系内新星搜寻计划。该计划利用星明远程控制天文台现有设备，对银河天区拍摄巡天，用于搜索银河系内新星。我们使用的设备是佳能350D单反相机加镜头加赤道仪的简单组合，因为没有经验，我们团队碰到了很多困难也走了很多弯路。早期我们拍摄的是彩色照片，而不是天文巡天常用的FITS格式黑白照片，这给坐标获得带来了一些困难，我们那时获取候选体坐标还是采用最原始的肉眼比对星图的方法，效率非常低下。而更大的困难来自强大的竞争对手，一群日本天文爱好者。众所周知日本所处的地理位置，在天文观测上有着得天独厚的优势，日本比我国天黑时间要早，更何况星明天文台还处在东六区，比日本要晚三个小时，而日本以东要跨越半个地球才有大陆，这横跨几个时区内几乎没有竞争对手，这使得我们大部分的发现都被日本爱好者抢先。但即便是在这种情况下，我和团队的小伙伴们依然获得了一些重要的新星发现。

2008年9月，我和高兴老师及日本几位天文爱好者共同发现了一颗“新星”天蝎座V1309 Sco。后来经过科学家观测研究，证实这是一颗罕见的由双星并合爆发所产生的亮红新星(luminous red novae)，虽然这不是一颗银河系新星，但这却是全球目前为止唯一确认的一例相接双星并合事件。这个发现揭示了亮红新星的本质，被誉为理解恒星并合事件的“罗塞塔石碑”，在双星演化研究中有着举足轻重的地位。

2009年2月，我和高兴老师共同发现了中国首颗银河系新星V5582 Sgr，这是中国首颗被国际承认以第一发现身份发现的新星，填补了国内银河系新星发现的空白。这颗新星位于人马座方向，发现时已经过了极大值，亮度为11.5等，这个发现也拉开了国内业余巡天新星搜寻的序幕。V5582 Sgr从发现到认证前后经历了三个多月可谓曲折，我曾写过一篇文章介绍这个发现，题为《新星V5582 Sgr发现纪实》发表在《天文爱



好者》杂志2009年7月刊p86-87。

2010年星明天文台升级了设备，装备了一台35厘米口径的C14望远镜，开展了超新星、河外新星及主带小行星搜索计划。同年10月，星明团队成员阮建高在M31仙女星系中发现了一颗河外新星M31N 2010-10c，这也是国内爱好者首次发现河外新星。

从2007年到2011年，整个星明团队在新星搜寻上有了一些零星发现。因为一些特殊原因，星明天文台的新星搜寻沉寂了数年，但在2016年以后随着中国虚拟天文台和星明天文台合作开展的PSP公众超新星搜索项目创立，以及HMT半米望远镜（2016年7月运行）、NEXT宁波市教育局-新疆天文台望远镜（2017年11月运行）的上马，星明天文台的河外新星搜索正式步入了快车道，在这期间我也迎来了个人的首颗河外新星发现。随着星明天文台设备的不断升级换代，星明天文台的发现能力也越来越强，近些年我们星明团队在河外新星搜寻领域强势崛起，已经成为全球河外新星发现的主要力量。

在此期间我和星明团队的小伙伴们获得了一些非常重要的发现，比如2022年3月26日由PSP公众超新星搜索项目，在M31仙女星系中，发现了一颗河外新星M31N 2022-03d，通过查验发现这和我们团队在2019年发现的M31N 2019-09d以及五年前日本业余天文学家板垣公一发现的M31N 2017-01e位置相似。团队成员赵经远联系上了美国天文学家Allen W. Shafter教授，Shafter教授表示他正在确认一些再发新星，我们先后向他提供了M31N 2022-03d和M31N 2019-09d接近峰值亮度的图像，以及一系列测光数据。根据这些数据，Shafter教授等人对图像进行了精确测量，最终确认M31N 2022-03d和M31N 2019-09d都是M31N 2017-01e的再次爆发，重现时间可能为 2.55 ± 0.05 年，同时预测M31N 2017-01e的下次爆发将发生于2024年9月前后。最终，Shafter教授等人在10月30日发表了天文学家电报ATel#15729，M31N 2022-03d和M31N 2019-09d的发现者赵经远、涂天宇、徐建林、张宓、阮建高、孙国佑、丁乙、高兴也均被列为共同作者。M31N 2022-03d也成为已知重现时间最短的新星之一，仅次于一年一爆的M31N 2008-12a。

2021年10月25日，PSP公众超新星搜索项目在M31仙女星系中发现了一颗河外新星候选体，编号为AT 2021aceg。该候选体非常有趣，因为它与M31仙女星系的角距离有些远。经过计算AT 2021aceg与仙女星系

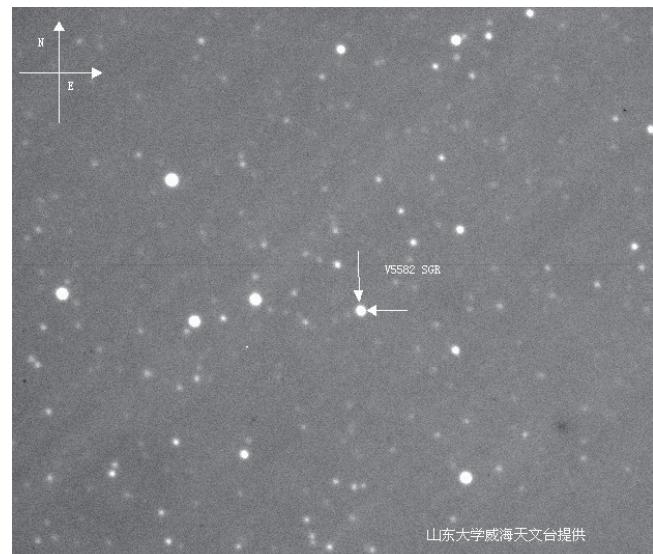


图1 山东大学威海天文台拍摄的V5582 Sgr新星

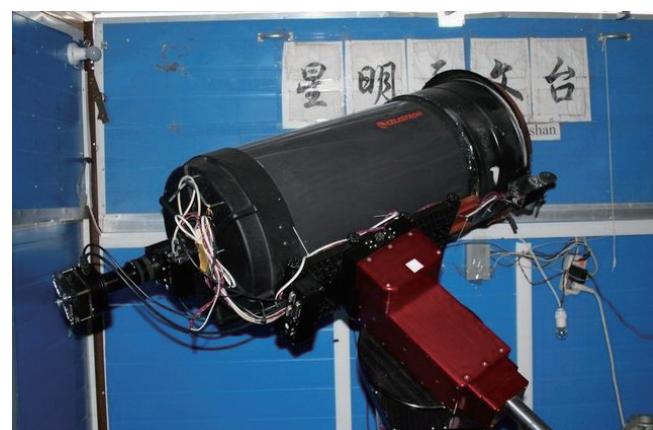
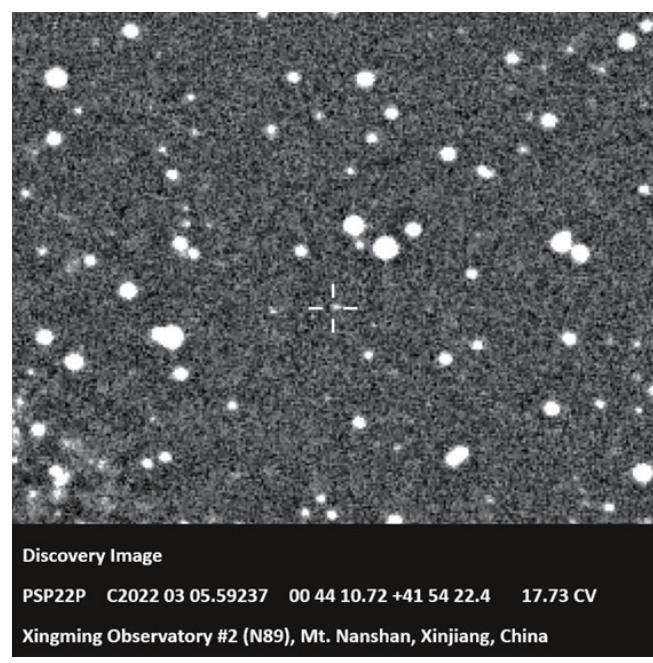


图2 星明天文台主力设备之一C14望远镜，Paramount ME + Celestron C14 + QHY9 CCD



Discovery Image

PSP22P C2022 03 05.59237 00 44 10.72 +41 54 22.4 17.73 CV

Xingming Observatory #2 (N89), Mt. Nanshan, Xinjiang, China

图3 M31N 2022-03d发现图像

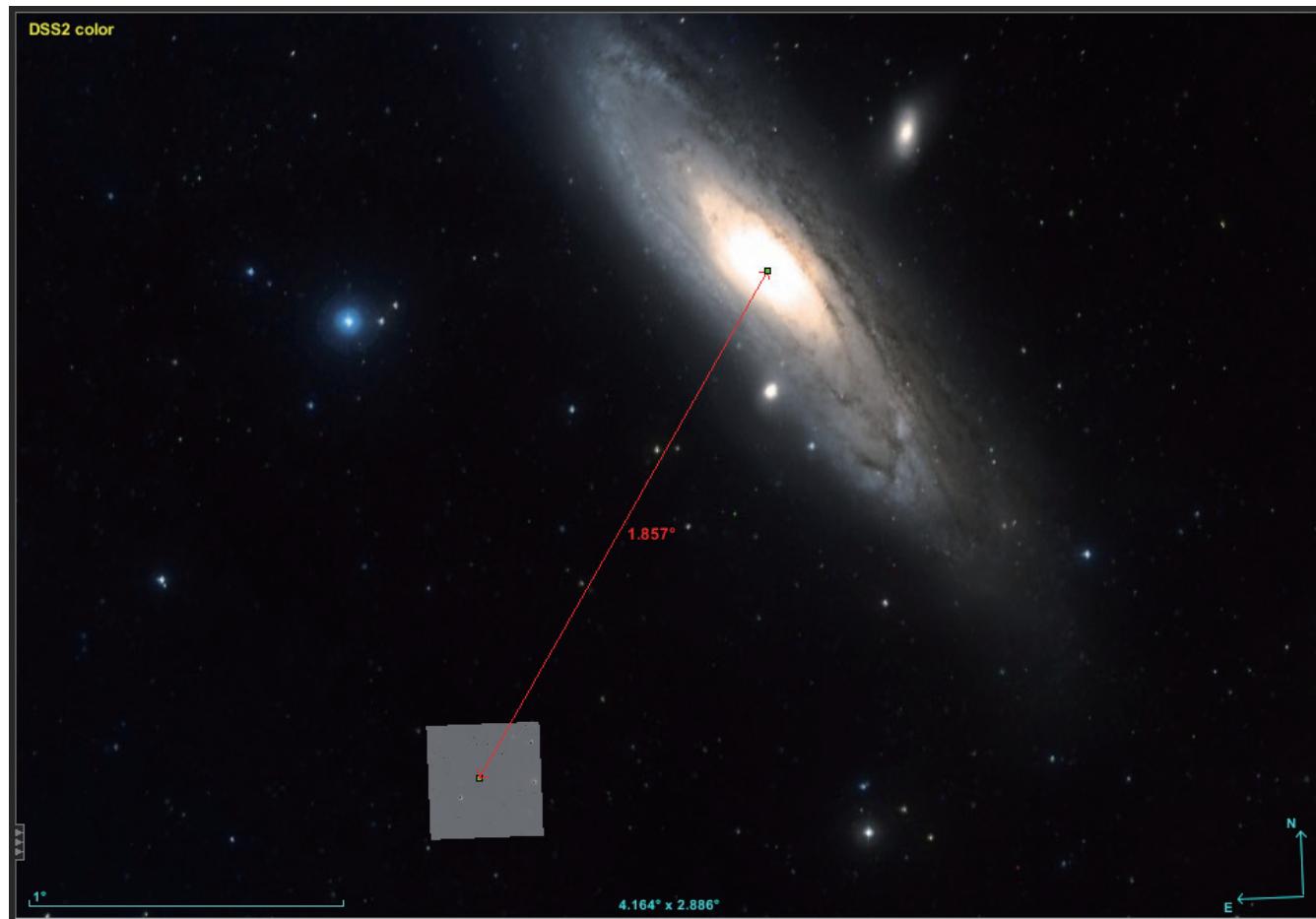


图4 对AT 2021aceg与M31仙女星系核心进行角距离测量

核心的角距离约为1.8度。因为该候选体距离仙女星系略远，它的性质也变得扑朔迷离。如果它是仙女星系中的新星，距离仙女星系略远；如果是银河系内的新星，亮度又稍暗。

意大利超新星搜寻项目的业余天文学家Claudio Balconi于10月30日获取了该候选体的光谱，并将他的光谱及分类上报到国际天文学联合会超新星工作组的Transient Name Server(TNS)上，证认该候选体是一颗新星。他在附注中写道：“在意大利超新星搜寻项目中，我使用安装在0.2米望远镜上的FOSC-ES32光谱仪获得了R~100的低分辨率光谱，该光谱与Fe II型新星相似”。至此这颗候选体的身份也得到了证认，这是一颗Fe II型新星。

另外，我们的老朋友芬兰图尔库大学的Steven Williams博士通过分析认为该新星很可能位于M31仙女星系的巨型星流中。巨型星流是M31仙女星系的一个独特结构，2001年由Rodrigo A. Ibata等人在艾萨克·牛顿望远镜(Issac Newton Telescope)的数据中发现，它覆盖了M31仙女星系东南方向的大片天区，延伸到

沿视线方向比M31仙女星系远30多万光年的地方。由于该星流与M31仙女星系的两个伴星系M32、M110在天球上的投影连线几乎在同一条直线上，再加上它与这两个伴星系的金属度分布大致相同，早期认为它可能是M32和M110受M31仙女星系引力影响形成的，但目前的看法是它是一个被M31仙女星系撕裂并吞没的伴星系所留下的残骸。星流对于星系的研究有着非常大的意义，也有助于解答暗物质的部分谜题。

历史上也曾在星流中发现新星，但仅有两颗。2016年7月14日，全天自动超新星巡天(ASAS-SN)在M31仙女星系东南方向发现了AT 2016dah，距离M31仙女星系核心1度10角分，这是一颗Fe IIb型快新星；一年后的2017年8月7日，小行星地面撞击预警系统(ATLAS)在M31仙女星系东南方向发现了AT 2017fyp，距离M31仙女星系核心1度31角分，这是一颗混合型快新星，这种类型的新星光谱中除去氢线外，最强的谱线从Fe II线慢慢演变为He/N线，“快”意味着从峰值亮度变暗2等需要的时间在11~25天之间。这两颗新星在M31仙女星系中很少见。2020年M.

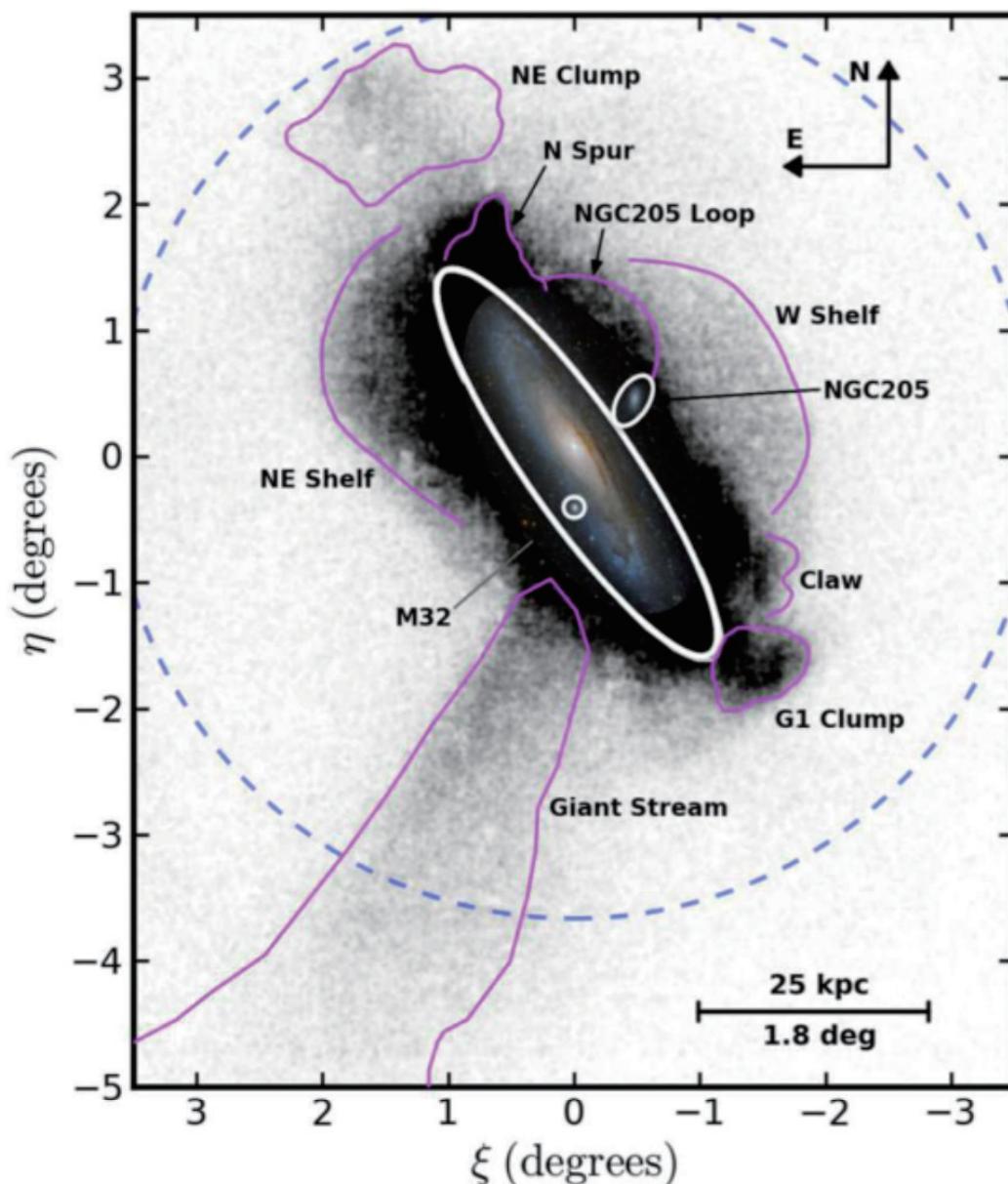
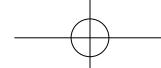


图5 M31仙女座星系巨型星流。 图片来源：Annette M. N. Ferguson; A. D. Mackey

J. Darnley等人在一篇论文中对这两颗新星进行了详细研究，证明它们都位于M31仙女座星系巨型星流中，是第一批在星流中发现的新星，而我们团队发现的AT 2021aceg极有可能是第三颗在星流中发现的新星。

除此之外我们团队还获得了很多很多有趣的其他发现，截止目前星明天文台巡天团队已经发现了一颗银河系新星和四十八颗河外新星。这其中我个人参与发现了一颗银河系新星和十一颗河外新星。相信未来我们可以获得更多的天文发现，为天文事业的发展做出自己的贡献。

★ 结语

在我的巡天生涯中，我不仅见证了恒星的诞生与

消亡，也发现了属于自己的新星。这是多么有意义和快乐的事情啊！当然，在寻找新星的过程中，我也遇到了不少困难和挑战。有时候要分析大量复杂繁琐的数据；有时候要争分夺秒与其他观测者竞争抢先发现。但是这些都没有阻挡我的探索之心。每当我看到那些闪烁着神秘光芒的新星时，我就感到无比激动和自豪。我相信，在未来的日子里，我会继续我的巡天事业，为探索宇宙奥秘做出自己的贡献。

在广阔而神秘的宇宙中寻找那些特殊的恒星不仅是一种有意义的天文活动，也是一种充满惊喜和乐趣的探索之旅。如果你对发现新星感兴趣，不妨试试文中介绍的方法和技巧，也许你就能成为下一个新星猎人！

(责任编辑 李时雨)