

# 2020 年终盘点

YEAR IN REVIEW

## 这一年，宇宙“面目”愈发清晰

深邃的星空，埋藏着无数奥秘，叩问2020年的宇宙苍穹，阵阵回响唤起惊奇与敬畏无数：人类首次在银河系外发现氧气、绘制迄今最大宇宙三维地图、发现“不可能存在”的中等质量黑洞……宇宙的秘密，正在一点点被揭开。或是身边的天文奇观，或是地外的生命迹象，我们总在追问的路上，渴望收获更多。

宇宙还我们以新知，并以更多未知引领我们遥望未来。银河系边界探清后，“身边”的星系究竟有多少？借助引力波首次探测到中等质量黑洞后，人类是否能破解超大质量黑洞形成的谜团？

回望2020，我们以一趟时光穿越之旅，再次与宇宙对话。

本报记者 金凤

### 氧气现身河外星系

氧在宇宙中的丰度仅次于氢和氦。此前，天文学家曾认为氧分子在恒星间的空间内应普遍存在，但一直未有证据表明银河系外也有氧气。

这一“悬疑”今年2月1日《天体物理学》杂志刊发的一篇文章被解开。在距地球5.6亿光年的“马卡良231”(Markarian 231)星系内，中外科学家联手发现了氧气。据悉，这是人类首次在银河系外发现氧气，也是迄今为止在太阳系外探测到氧气最多的一次。

“马卡良231”位于大熊座。此前，天文学家在银河系内的猎户座星云和蛇夫座星云都探测到过氧气。据推算，“马卡良231”的氧比重是猎户座星云内氧比重的100倍。科学家推测，“马卡良231”内经历了比猎户座星云更强烈的氧气形成过程。天文学家表示，在地外物质的光谱中发现氧气、水等存在的条件，不能就此断言其所处的环境中一定存在着生命；看不到这些“标志物”，也未必没有存在生命的可能性。

上述研究论文第一作者、中国科学院上海天文台研究员王均智表示，这次在银河系外发现氧气，有助于进一步加深对宇宙物质组成的认识，对于星际介质中氧气的形成和消耗等相关理论提出了挑战。

“此次研究是科学家首次在银河系外发现氧气，但氧气在星际空间的含量为何普遍远低于预期，仍是未解之谜。”500米口径球面射电望远镜(FAST)首席科学家李菂表示。

### 首次揭示月背地下结构

月球背面的冯·卡门撞击坑所在地——南极—艾特肯盆地，是太阳系中最古老的撞击坑之一，形成于40亿年以前，保留了原始月球的岩石，这里也是月球上已知最深的盆地。

2019年1月3日，嫦娥四号探测器在冯·卡门撞击坑底部成功着陆。之后，“玉兔二号”月球车利用全景相机、红外光谱仪、测月雷达等先进仪器，对月球背面开展科学探索研究。

2020年2月27日凌晨，国际科学期刊《科学·进展》在线刊载了中国“玉兔二号”月球车为冯·卡门撞击坑做的“CT”结果。

由中国科学院国家天文台研究员李春来、苏彦领导的科研团队，利用“玉兔二号”月球车上的测月雷达，首次揭示出月球背面着陆区域地下40米的多层结构，发现地下物质由低损耗的月壤物质和大小不同的大量石块组成。这是人类首次揭开月球背面地下结构的神秘面纱。

具体来说，研究团队沿“玉兔二号”行走的106米路径，在深度40米的范围内，识别出3个地层单元。

其中，第一单元为月表到地下12米的细粒月壤，内嵌有少量石块，这一层形成于多个撞击坑互叠的溅射物之上；第二单元为地下12米到24米的溅射物沉积层，其内部存在大量石块，甚至形成了碎石层和碎石堆；第三单元为地下24米到40米，是更古老的溅射物在不同时期沉积和风化的产物。

研究人员表示，该研究可帮助人们了解月球撞击和火山活动历史，有望为月球背面的地质演化研究带来新的启示。

### 探明银河系边界

天文学家早就知道，银河系中最亮的部分是薄煎饼状的恒星盘，太阳便身处其中，其宽约12万光年(1光年约为94600亿千米)，恒星盘之外是气体盘。一块巨大的暗物质光晕包裹着这两个圆盘，并延伸到远远超出它们的范围之外。但由于这个暗晕不发光，因此科学家很难测量银河系的直径。

3月23日，美国《科学新闻》网站报道了一项来自英国科学家的研究，英国达姆大学天体物理学家艾丽丝·迪森及其同事利用银河系附近星系计算得出结论：银河系的精确直径为190万光年，误差不超过40万光年。

为找到银河系的边界，迪森团队利用计算机模拟了银河系和其附近大星系——仙女座星系并排出现的情况。结果表明，位于巨大星系暗晕边缘之外的附近小星系的速度会显著下降。

利用现有的望远镜观测结果，迪森团队发现，银河系附近的小星系也出现了同样的速度下降情况。这种情况发生在距银河系中心约95万光年的地方，此处应该就是银河系的边界。由此他们得出结论，银河系宽约190万光年。

美国约翰斯·霍普金斯大学天文学家罗斯玛丽·怀斯指出，最新测量结果可以帮助天文学家厘清银河系其他性质。例如，银河系越大，其“体重”也越重，与它“共舞”的星系应该也会越多。科学家迄今已为银河系找到约60颗“舞伴”，未来应该可以找到更多。

### 夏至巧遇“金边日食”

6月21日，当太阳几乎直射北回归线时，北半球迎来白昼最长的一天，这一天正是夏至日。同一天，天幕剧场也上演了本

年度最精彩的天象演出之一——“金边日食”。

据中国科学院紫金山天文台工程师胡方浩介绍，这也是本世纪唯一一次在中国可见且恰逢夏至日的日食。

日食食分大小取决于日、地、月三者的位置关系。中国天文学会会员、天津市天文学会理事史志成解释说，被遮挡的太阳离地球愈远则其视直径愈小，而遮挡太阳的月球离地球愈近则其本影愈大，所以当太阳处于远地点而月球处于近地点时，食分最大。

两千多年前，日食就启发人类认识宇宙，发现地球公转的规律。当太阳被月亮遮挡时，人们更容易观测到太阳日冕活动情况，从而有助于对其未来活动趋势进行预测。日食作为一种天文现象，对星地通信中起到关键作用的电离层有一定影响。

与以往日环食不同的是，此次日环食非常接近全食。太阳整个圆面超过99%的面积被遮住，剩下的一圈金边儿非常细。

有专家表示，在21世纪剩余的80年里，发生在我国范围内的日环食仅剩10次，其中5次将发生在极北或极南地区，环食带范围小、月球地影过境时间短，不便观测。

### 迄今最大宇宙三维地图出炉

宇宙诞生于约138亿年前的大爆炸。对于宇宙的早期和近期，科学家都有所了解，但其间110亿年宇宙究竟经历了怎样的变化，一直是未解之谜。

7月20日，据外媒报道，在对400多万星系和蕴含巨大能量的超亮类星体进行分析后，国际斯隆数字巡天项目(SDSS)发布了迄今最大的宇宙三维地图，讲述了宇宙在110亿年间的膨胀“故事”，填补了人类在宇宙探索中的空白。

绘出这份地图的是多国科研人员组成的“扩展重子振荡光谱巡天”项目(eBOSS)，它是SDSS的一部分。这一成果的获得，建立在世界各地数十家机构的数百名科研人员超过20年合作的基础上。

研究显示，构成宇宙结构的细丝和空隙始于宇宙诞生仅30万年时。此外，宇宙在大约60亿年前开始加速膨胀，且此后一直持续膨胀。这种加速膨胀似乎是由暗能量所驱动，这一点与爱因斯坦广义相对论所预言的一致。

此外，研究人员指出，天体物理学家早在多年前就知道宇宙在膨胀，但一直无法精确测量宇宙膨胀的速度——哈勃常数。eBOSS和SDSS的调查结果表明，宇宙目前的膨胀速度和早期由其他研究得出的膨胀速度不匹配，仍需科学家进一步的研究调查。

### 找到“不可能存在”的中等质量黑洞

9月2日，据美国激光干涉引力波天文台官网报道，该天文台与位于意大利的室女座引力波天文台携手，探测到了一个142倍太阳质量的黑洞，这是科学家首次探测到此类中等质量黑洞。

研究人员指出，此前所观测到的黑洞大致分两类：恒星质量黑洞和超大质量黑洞，前者质量为太阳质量的数倍到数十倍不等，被认为是大质量恒星死亡后形成的；后者质量约为太阳的数十万倍到数十亿倍。中等质量黑洞介于两者之间，质量为太阳质量的100到1000倍。在收到这次信号前，科学家没有发现任何证据证明它们的存在。

这个黑洞由两个分别约85倍太阳质量和65倍太阳质量的黑洞合并而成，并释放出8倍太阳质量的能量以引力波形式弥漫于宇宙中，被两大探测器携手“逮个正着”。

研究人员在2019年5月21日探测到引力波信号GW190521，该信号持续时间不到0.1秒。科学家推测，GW190521最有可能是拥有特殊性质的双黑洞合并产生的信号。

迄今为止，几乎所有被“验明正身”的引力波信号均来自于双星合并，包括双黑洞合并以及双中子星合并等。

### 水分子现身月球光照区

月球究竟有没有水？科学家从未停下探索的脚步。此前科学家推测，月球背面常年阴暗的陨石坑里可能藏着冰。如今，最新研究证实，月球光照面也可能存在水。

10月26日，《自然·天文学》发表文章称，美国国家航空航天局依靠平流层红外天文台“索菲亚”，在月球光照区——月球南半球的克拉维斯环形山表面，首次探测到了水分子。

这一发现表明，水可能分布在整个月球表面，而不仅限于阴暗的月背。换句话说，即使在太阳辐射下，水也能在月球表面存在。

在阳光照射的月表，水分子想保留下来非常不易。此次的探测数据显示，水被“困”在月球表面的土壤中，浓度为百万分之100—400，相当于每千克月壤中含有100—400毫升水，这比撒哈拉沙漠还要干燥100倍，不过精确的水含量需要进一步验证。

另据论文介绍，探测到的水可能储存在月球表面的玻璃质物质中或是晶粒之间，这些玻璃质物质或晶粒能在恶劣环境中对水起到保护作用。

没有大气层保护，月表太阳照射面的水源是否可以利用？“这还需要弄清楚水在月表的分布范围、埋藏深度、是否能长期

保存等。”南京大学天文与空间科学学院教授周礼勇认为，这需要搞清楚水含量是否足够高，在哪些地区富集，是否能达到开采的级别，水在月表储存的机制是什么，需要用什么样的技术才能把水有效地收集起来。

“这些发现确实令人兴奋，很有研究和应用的前景，但成本目前还无法预料。”周礼勇说。

### “中国天眼”看见快速射电暴源头

快速射电暴，宇宙中一种神秘的射电波暴现象。它的持续时间短到只有几毫秒，但在这“灵光乍现”的几毫秒中，却蕴藏着巨大的能量，它可以把地球上几百年的发电量，完全以射电波的形式释放掉。

过去十几年，天文学家一直在探寻它的来源，又包含了哪些信息？

科学家在《自然》杂志上分别发表了3篇关于快速射电暴的研究成果，利用500米口径球面射电望远镜(FAST)，他们捕捉到快速射电暴起源的一些蛛丝马迹。

北京大学教授、中国科学院国家天文台研究员李柯伽研究团队，在12小时的观测时间里，利用FAST探测到了快速射电暴爆发源FRB 180301的15次爆发，每次爆发的强度曲线各不相同。这是国际上首次发现该爆发源的辐射具有非常丰富的偏振特征。FAST观测到的偏振变化多样性明确说明：宇宙中快速射电暴的爆发源可能来自致密天体磁层中的物理过程。

“类似于地球，磁星也会形成磁层。我们这次的观测结果是快速射电暴来源于磁层的一个最直接证据。”李柯伽说。

此外，包括北京师范大学林琳博士、北京大学张春风博士、中国科学院国家天文台王培博士在内的联合研究团队，利用FAST对银河系磁星软伽马重复暴源SGR 1935+2145进行多波段联合观测。观测结果表明，快速射电暴与软伽马射线重复暴具有较弱的关联性，磁星爆发产生快速射电暴必须依赖于极其特殊的物理条件。

### 金星大气首现磷化氢

9月14日，《自然·天文学》杂志发表文章称，包括英国卡迪夫大学科学家简·格里弗斯在内的研究团队，于2017年和2019年，分别利用詹姆斯韦克望远镜(JCMT)和阿塔卡玛毫米/亚毫米波阵列望远镜(ALMA)，在金星上探测到只属于磷化氢的光谱特征，并估算出了金星云层中的磷化氢丰度。

这是科学家首次在金星大气中探测到磷化氢。研究人员认为，探测到磷化氢尚无法作为微生物生命存在的有力证据，但可以表明金星上可能存在未知的地质或化学过程的磷化氢。

环境恶劣的金星，因为磷化氢的蛛丝马迹，让人看到生命的希望，但好消息没有持续多久，便遭遇质疑。

10月26日，一项发表在《自然·天文学》杂志上的最新研究指出，此前被认为是磷化氢的光谱数据，实际上非常接近二氧化硫，后者在金星大气中很常见。

另一项由荷兰莱顿大学主导的研究显示，ALMA获得的光谱数据可以用磷气体以外的化合物来解释。据此，他们得出结论：在金星大气层中“没有检测到具有统计意义的磷化氢”。

不过金星上的生命“希望”并未就此终结。格里弗斯团队重新检验最初数据后，再次发布结论称，ALMA的数据显示了一种光谱特征，这种特征只能用磷化氢化合物来解释，根据最新数据，磷化氢的含量只有最初发布结果的1/7。

金星大气层中是否真的存在磷化氢？磷化氢究竟来自何处？它们是否带有生命的印记？这些都值得我们期待。

### GECAM引力波探测器升空

12月10日4时14分，西昌卫星发射中心，长征十号运载火箭搭载“引力波暴高能电磁对应体全天监测器”(GECAM)成功发射并将其送入预定轨道。

该卫星载荷总师李新乔介绍，GECAM将是几年之内在轨运行的伽马暴探测灵敏度最高的天文卫星，也是对磁星爆发、快速射电暴、地球伽马闪等暴发事件综合探测能力最强的卫星。它将对引力波伽马暴、快速射电暴高能辐射、特殊伽马暴和磁星爆发等高能天体暴发现象进行全天监测，研究中子星、黑洞等致密天体及其合并过程。此外，GECAM还将探测太阳耀斑、地球伽马闪和地球电子束等空间高能辐射现象，为进一步揭示其物理机制提供科学观测数据。

引力波伽马暴是GECAM最重要的科学探测目标。对于引力波的探测，地面设备的空间定位精度不高。因此，科学家需要一台能够以高精度及时给出引力波暴发方位的卫星——GECAM应运而生。

李新乔介绍：“GECAM可以对和引力波伽马暴几乎同时发生的同源伽马暴的能谱和光变，进行连续高精度观测，同时可以给出精度较高的引力波事件的方位信息，把地面引力波探测设备定位的几十到上百平方度范围缩小。这将有助于空间及地面其他波段的观测设备更好地确定其对应天体源，并开展后续观测。”

图① 引力波暴高能电磁对应体全天监测器在轨运行艺术图。

图片来源：中国科学院官网

图② 今年的日环食非常接近全食，太阳整个圆面超过99%的面积被遮住。

视觉中国供图

图③ 科学家在“马卡良231”星系发现氧气。

图片来源：NASA

图④ 利用“玉兔二号”月球车上的测月雷达，科学家首次揭示出月球背面着陆区域地下结构。

图片来源：中国科学院官网