



# 多少恒星成黑洞？4000亿亿个！

◎本报记者 吴纯新 符晓波

黑洞，宇宙中最神秘的天体之一，它的起源和形成讲述着宇宙过去和未来。黑洞在宇宙中占比多少？对宇宙有多大影响？科学家一直在寻找答案。

## 天文学家迫切希望摸清黑洞“家底”

据悉，研究人员通过黑洞诞生的几率、恒星质量、星系的金属丰度等多个指标综合评估得到了恒星级质量黑洞数据。

“恒星级质量黑洞是大质量恒星演化到终结的产物，它的数量中隐含着恒星、双星形成和演化以及星系形成和演化的信息。”华中科技大学物理学院教授雷卫华表示，研究这些黑洞的数量和质量分布，对于理解星系和宇宙的结构及演化具有重要意义，因此宇宙中究竟有多少个黑洞，也是现代天体物理学和宇宙学领域最希望解决的问题之一。

一般而言，通过质量可以将黑洞划分为恒星级质量黑洞、中等质量黑洞以及超大质量黑洞三类。

现有理论认为，恒星级质量黑洞，即5倍—150倍太阳质量的黑洞，是恒星走向寿命终点后坍塌而成，这些黑洞互相之间也常发生合并事件，并合后的黑洞质量更大。但是科学家仍不明确，那些超大质量黑洞到底是怎样发展而来。

科学研究表明，很多星系中心都“隐藏”着百万到百亿倍太阳质量的超大质量黑洞，它们是宇宙中的“巨型怪兽”，而它们与星系之间存在

在寻找答案。

不久前，来自意大利国际高等研究院(SIS-SA)等机构的科学家在《天体物理学杂志》上撰文称，他们首次计算出恒星级质量黑洞在整个宇宙中的数量及分布情况。他们估计，宇宙中恒星级质量黑洞的数量达到了4000亿亿个。

在着紧密联系，其中几千到百万倍太阳质量的中等质量黑洞被认为是形成这些宇宙“巨型怪兽”的“重种子”，而恒星级质量黑洞则是形成宇宙“巨型怪兽”的“轻种子”。因此，探测出两类“种子”的数量及分布是研究超大质量黑洞形成的理论基础。

那么，宇宙中是否存在几千到百万倍太阳质量的中等质量黑洞？雷卫华表示目前也只有一些观测上的初步证据，实际中等质量黑洞是否存在尚不清楚。但是，对于解释一些出现在早期宇宙(宇宙诞生后8亿年内)中超过10亿倍太阳质量的黑洞来说，中等质量黑洞的存在具有决定性意义。未来空间引力波探测或许会给出答案，告诉我们到底有没有中等质量黑洞，以及有多少中等质量黑洞。

雷卫华介绍，随着望远镜探测能力不断提升，人类对宇宙的探测越来越深，与黑洞相关的很多现象都发生在宇宙学尺度，科学家观测这些现象所获得的天体性质也是在宇宙尺度上的，“估算跨越宇宙演化历程的黑洞分布和数量对于解释超大质量黑洞具有决定性作用，对天体物理研究是非常有意义的。”雷卫华说。

洞的位置以及质量。

要估计宇宙中究竟存在多少个恒星级质量黑洞，关键要弄清恒星级质量黑洞在宇宙演化过程中的分布情况，这在天文学中被称为黑洞的质量函数。事实上，测算黑洞数量，还可以使用双星演化数据、其他不同的理论模型，或基于引力波探测的结果来估计恒星级质量黑洞的分布，进而得到宇宙中黑洞的数量。

知道了宇宙中恒星级质量黑洞的总数，可以帮助人类进一步理解宇宙“巨型怪兽”是如何从“轻种子”黑洞生长起来的，进而可以让人们对恒星演化、星系演化等基本天体物理过程有更深刻的认识，对双黑洞系统的形成渠道有更清楚的分辨，对双星演化涉及的物理过程有更好的理解。

此次最新研究中，研究团队利用自己开发的恒星和双星演化代码并结合宇宙演化历程中星系物理性质的统计，得到了恒星级质量黑洞在整个宇宙演化历程中的质量分布。由此结果，人们便可以估算出目前整个可观测宇宙中恒星级黑洞的总数量。

雷卫华解释，具体而言，首先需要基于已有的观测知识给出宇宙演化历程中星系的性质，其中包括会对恒星和双星演化产生显著影响的恒星形成率、恒星质量分布和金属丰度分布等物理量。其次，利用代码来追踪这些恒星或双星的演化过程。

“只有那些大质量的恒星才能在其生命尽头发生超新星爆发并坍缩为黑洞，对于双星系

## 知晓黑洞总数科学意义重大

知道了宇宙中恒星级质量黑洞的总数，可以帮助人类进一步理解宇宙“巨型怪兽”是如何从“轻种子”黑洞成长起来的，进而可以让人们对恒星演化、星系演化等基本天体物理过程有更深刻的认识，对双黑洞系统的形成渠道有更清楚的分辨，对双星演化涉及的物理过程有更好的理解。

雷卫华说，恒星级质量黑洞是明亮X射线源、超新星爆发、短时标伽马射线暴和千新星等高能天体物理现象的中心天体，了解黑洞的数量和质量分布，会加深我们对这些天体现象及其物理本质的理解，对这些剧烈爆发事件的发生做出预判。而这些高能现象也是生产宇宙中重元素的“工厂”，对人类进一步理解生命的起源也至关重要。

统，其伴星可能在演化中已经被抛射出去或被摧毁，演化为孤立黑洞，也有可能形成双黑洞系统，并辐射引力波。”雷卫华说，这项计算还考虑了双黑洞系统由于辐射引力波而最终并合形成更大质量黑洞，从而导致黑洞的质量分布变化的情况。

基于黑洞质量分布的估计，虽然得到宇宙中黑洞的数量大得惊人，但其总质量仍只占宇宙中普通物质的1%左右。其中，超大质量黑洞所占更少。雷卫华解释，通常一个星系只有一个超大质量黑洞，这表明大部分的普通物质仍存在于星云中，这里是恒星诞生的地方。这些普通物质将继续驱动着恒星的诞生和演化，并影响星系的结构和演化。

此外，双黑洞系统是重要的低频和高频引力波源，是“天琴”“太极”等空间引力波探测器和地面引力波探测器的目标源，对黑洞分布的进一步了解，将帮助人类在更高精度研究黑洞物理、限制宇宙学参数，以及检验引力理论。

研究团队将恒星和双星演化模型与宇宙演化历程中星系物理性质结合起来，这种思路受到相关学界普遍认可，其测算结果也与地面引力波探测器估计的结果基本吻合。但也有研究人员指出，研究中用到了很多简化和假设，例如只考虑了孤立恒星和双星演化形成黑洞的途径，而形成黑洞的其他渠道，例如星团、活动星系核吸积盘等并未考虑在内。这些渠道对较大质量的恒星级质量黑洞的形成也很重要。或许未来将有更多关于黑洞的研究揭示更多黑洞的秘密。

有时又像一个弯弯的月牙，此时金星距离地球较近。这就是金星的相位变化，和月相的变化很类似，不过月亮基本只是形状的变化，而金星是外观形状和看起来的大小都有很大的变化，这两种变化叠加在一起，使得其亮度有将近1等的变化。金星最亮时，既不是在它看起来最大的时候，也不是在它最圆的时候，而是反光面积最大的时候，一般出现在其下合(即金星从地球和太阳中间经过)之前和之后36天左右。

此次金星最亮期间，刚过下合一个月，从地球上，它离开太阳的角度还不太大，能看到金星被照亮的部分也不多，在望远镜中看起来金星就像初三、初四的月牙。

### 2月17日：水星西大距

2月17日是水星今年第一次西大距，黎明时水星将出现在东方低空。水星西大距，指水星在太阳西边且与太阳的角度达到最大。水星是离太阳最近的一颗行星，因此其大部分时间都淹没在太阳的光辉中，很难被观测到。只有当它距离太阳的角度达到最大时的前后几天，我们才有机会勉强观测到它。2022年，水星有3次西大距，每次西大距日出时水星的地平高度并不完全相同，观测条件也不一样，有时候由于高度太低，并不适合观测。对北京地区来说，这次水星西大距日出时地平高度只有12度，亮度在0等左右，观测条件一般。日出前半个小时，水星位于东方偏南的低空，只有在天气条件极好的情况下，才有可能看到。此外，届时在水星的右上方，还可以看到明亮耀眼的金星和红色的火星。

(作者系北京天文馆高级工程师)

## 虎年到 抬头寻找天上的“白虎”

新华社讯(记者周润健)2月1日，迎来壬寅虎年。天文科普专家提醒说，如果天气晴好，人们在欢庆虎年的时候，不妨抬头寻找一下星空中的“白虎”。

天津市天文学会理事、天文科普专家修立鹏介绍说，中国古代将星空划分成“三垣四象”七片星区，又将东南西北四片星区细分为二十八星宿。根据星宿排列的不同形状，以四种动物命名天空四方的星宿，即东方的青龙，西方的白虎，南方的朱雀，北方的玄武。其中，西方的白虎由奎、娄、胃、昂、毕、觜、参等七个星宿组成。奎为虎尾，娄、胃、昂、毕为虎身，觜为虎头，参为虎爪。

如何寻找天上的“白虎”呢？修立鹏提示说，西方白虎的七宿分布在猎户座、金牛座、小犬座、大犬座等星座，其中，参宿就位于著名的猎户座。猎户座是冬季星空的“霸主”，有“星皇之王”的美誉，内部亮星众多，结构明显，辨识度极高。眼下，每晚9时前后，猎户座就会高挂在南方天空，只要天气晴好，哪怕是在光污染严重的城市中，肉眼也可以见到。找到猎户座，就能在它周围找到大犬座、小犬座和金牛座等星座，而找到白虎七宿所在的星座，就等于认识了近半个冬季星空。

修立鹏表示，在中国人的心目中，虎天生就具有一种王者风范，中国人自古就喜欢虎。虎是正义、勇猛、强壮、威严的象征，也是代表吉祥与平安的瑞兽。人们在抬头寻找天上“白虎”欢庆新年的同时，也可更好发扬虎的精神，鼓起虎的气势，显示虎的神威，让自己的人生和事业虎虎生威，蒸蒸日上。

## 我国第五部航天白皮书发布 披露未来五年航天计划

◎新华社记者 胡喆 张泉 宋晨 李恒

全面建成并运营中国空间站、实施探月工程四期、深化载人登月方案论证、完成火星采样返回、木星系探测、研制发射新一代载人运载火箭……

近日，国务院新闻办公室发布我国第五部航天白皮书——《2021中国的航天》，以建设航天强国为主线，为未来五年中国航天“划重点”。

### 未来五年看点多

白皮书显示，未来五年，中国航天将推动空间科学、空间技术、空间应用全面发展，开启全面建设航天强国新征程。

航天运输系统方面，将持续提升航天运输系统综合性能，加速实现运载火箭升级换代。推动运载火箭型谱发展，研制发射新一代载人运载火箭和大推力固体运载火箭，加快推动重型运载火箭工程研制。持续开展重复使用航天运输系统关键技术攻关和演示验证。面向航班化发射需求，发展新型火箭发动机、组合动力、上面级等技术，拓展多样化便利进出空间能力。

载人航天方面，将继续实施载人航天工程，发射“问天”实验舱、“梦天”实验舱、“巡天”空间望远镜以及“神舟”载人飞船和“天舟”货运飞船，全面建成并运营中国空间站，打造国家太空实验室，开展航天员长期驻留、大规模空间科学实验、空间站平台维护等工作。深化载人登月方案论证，组织开展关键技术攻关，研制新一代载人飞船，夯实载人探索开发地月空间基础。

深空探测方面，将继续实施月球探测工程，发射“嫦娥六号”探测器，完成月球极区采样返回，发射“嫦娥七号”探测器，完成月球极区高精度着陆和阴影坑飞跃探测，完成“嫦娥八号”任务关键技术攻关，与相关国家、国际组织和国际合作伙伴共同开展国际月球科研站建设。继续实施行星探测工程，发射小行星探测器，完成近地小行星采样和主带彗星探测，完成火星采样返回、木星系探测等关键技术攻关。论证太阳系边际探测等实施方案。

### 数智转型主导，出台商业航天指导意见

“《2021中国的航天》白皮书充分体现了高质量发展理念。”国家航天局新闻发言人许洪亮表示，中国一直致力于航天治理现代化，积极制定相关政策措施，充分发挥有效市场和有为政府作用，营造良好发展环境，推动航天事业高质量发展。

据悉，“十四五”期间，中国航天推进高质量发展主要聚焦几方面工作：一是发挥新型举国体制优势，提升航天创新体系整体效能。重点是加强协同创新机制建设，推进各类创新资源优化配置，形成上中下游协同、大中小企业融通的创新发展新格局，同时突出空间科学和新技术试验任务统筹规划，建立重大工程产出成果“沿途下蛋”机制，加速创新技术特别是颠覆性技术的孵化应用。

二是围绕体系效能建设目标，推动航天工业提质升级。按照数智转型主导、质量保证优先的建设思路，进一步优化体系布局，打造先进航天工业体系，为加快建设航天强国夯实基础。

三是坚持有为政府和有效市场相结合，营造良好政策环境。重点是制定出台商业航天指导意见，进一步扩大政府与社会资本合作(PPP)，支持商业航天企业参与工程研制，鼓励卫星应用产业发展和航天技术转移转化，做强做优做大航天产业。

四是秉持人类命运共同体的理念，贡献更多中国智慧和方案。在继续深化“引进来”“走出去”的基础上，针对重大自然灾害应急、全球气候变化、小行星撞击风险应对等方面，进一步共享中国航天发展成果，提出更多有建设性的倡议，采取更为有力的措施，与国际社会一道，积极应对人类共同面临的风险挑战。

“发展航天技术既要推动空间科学、空间技术的跨越发展，又要将科技创新成果转化为推动经济社会发展的现实动力。”国家航天局对地观测与数据中心主任赵坚说。

### 建设国际月球科研站，持续开展空间探测活动

国际月球科研站是中国与俄罗斯两国基于各自现有计划和发展规划，联合发起的重大工程合作项目，将在月球表面和月球轨道上建设科学实验设施，开展多学科、多目标的科研活动，包括月球自身探索和利用、月基观测、基础科学实验和技术验证等，长期自主运行，远景有人参与。

国家航天局副局长吴艳华介绍说，中俄还将牵头联合建设月球及深空探测数据中心，未来邀请各国科学家开展探测数据及月球样品的联合研究，推动人类对月球及宇宙的认知。

“科学的的光芒照耀人类的前进方向，科学的进步和发现，是人类文明发展的重要源泉。”国家航天局探月与航天工程中心主任刘继忠表示，未来中国将持续开展空间探测活动，探索太阳系及其天体演化、太阳活动的爆发机制及其对人类活动的影响，为人类的生存和发展做出更大贡献。

## 黑洞无法直接观测该如何计数

黑洞引力非常大，无论是物质还是辐射，甚至光都难以从黑洞内部逃脱，也正因为如此，人类无法直接看到它们。科研人员表示，黑洞无法直接观测，但可以借由一些间接方式得知黑洞的存在与质量。例如，借由物体被黑洞吸入前因黑洞引力带来的加速度而导致的摩擦放出的射线信息，可以推测出黑洞的存在，也可借由间接观测恒星或星际气团绕行轨迹来获取黑

## 二月天象剧场“节目单”来了

### 天象早知道

◎寇文

二月里值得关注的天象不多，这些天象大多和行星以及月亮有关，其中最不容易观测的是距离太阳最近的行星——水星。本月17日水星西大距，在那前几天我们有机会在日出前的东方低空看到水星。另外，月亮是距离



月亮、金星和火星同时出现在天际。  
视觉中国供图

地球最近的天体，差不多每月在天上运行一圈，在这个过程中，月亮会依次经过五大行星以及一些明亮的恒星，形成行星或恒星伴月的天象，值得关注。

### 2月9日：昴星团伴月

2月9日，月亮运行至金牛座，天黑后它位于正南方高空，在月亮上方可以看到一团小星聚集在一起，与月亮相距4度左右。在中国古代，人们把这一团小星定为二十八宿中的昴宿，所以这个星团被称为昴星团；同时，也可能是因为这一团小星一般能看到六七颗亮星，因此在海外被叫作“七姊妹星团”。昴星团是距离我们最近、最亮的疏散星团，其中包含的恒星超过200颗。午夜过后，昴星团将与月亮一起落到西方地平线上。

2月10日傍晚，月亮仍然在金牛座内，不过已经和昴星团拉开了距离，而和金牛座中最亮的星——毕宿五比较接近。此时毕宿五位于月亮的下方，两者相距不到7度。

### 2月13日：金星合火星

2月13日将出现金星合火星的天象。天亮前，两颗星将一起出现在东南方的低空，金星在上，亮度非常亮，有-4.6等以上；火星的亮度比金星要暗得多，只有1.3等，位于金星的下方偏右，两者相距不到7度，距离并不是特别近。

合是天文学中描述天体相对位置的一个名词。从地球上，当两个天体在天空中具有相同的赤经或黄经时，就会发生合。赤经、黄经是天体的坐标，为了确定天体在天空中的位置，人们在天空中建立了不同的坐标系，就像地球

上建立的经度、纬度坐标一样。天文上最常用的是赤道坐标系统和黄道坐标系统，坐标系统包括经度和纬度，经度大体代表东西方向，纬度基本是南北方向。

金星合火星是指它们的经度相同，但纬度不同，要是纬度也相同，这两颗天体就“合体”了，被称为金星掩火星，这可是极其罕见的天文奇观。金星、火星之间的纬度差基本就是它们两者的距离。自2月13日以后一个多月的时间里，金星、火星如影随形，二者之间的纬度差不断缩小，经度差变化不大，最近时相距不到4度。

2月底，金星火星之间的距离将更近，相距只有5度多。2月27日，月亮走到它们附近，将形成金星火星伴月的景象。明亮的金星在上，火星在金星下方偏右，一轮残月在火星右侧，距离火星7度多。

### 2月中上旬：金星最亮

2月5日到2月15日这段时间是金星最亮的时期。其实，金星的亮度始终很亮，它的亮度一般在-3.9等到-4.8等之间，是天空中除太阳、月亮以外最亮的天体，金星本身不发光，靠反射太阳光才能被我们看到。金星在地球轨道之内绕太阳运转，从地球上，它与太阳的距离和相对位置的变化非常大，其距离地球最近时只有4000多万千米，最远时则接近2.6亿千米，这样大的距离变化导致金星的视圆面大小变化也很大。而太阳、地球、金星三者相对位置的变化，会使我们看到的金星形状“千变万化”：有时金星是一个圆面，这时金星距离地球很远；有时是个半圆，此时金星与地球的距离不远不近；