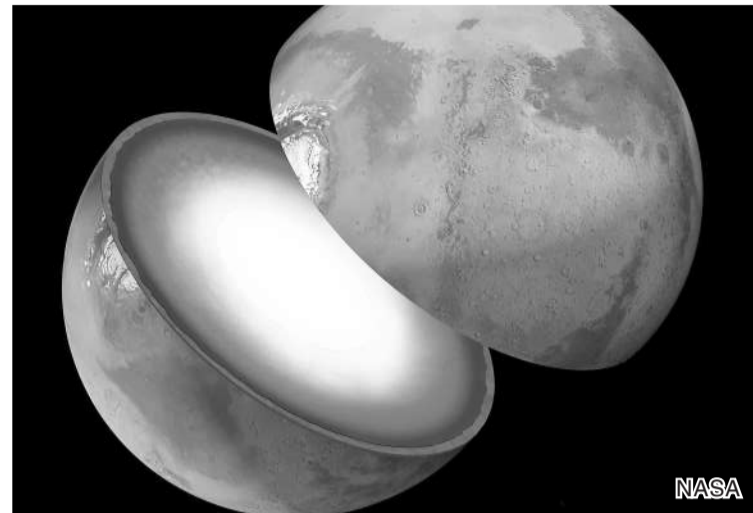


## 亮点追踪

◎主持人:本报记者 翟冬冬

## 火星可能有个液态内核



6月14日,一个由多国行星科学家组成的研究团队,从“洞察”号火星探测器探测到的数据中发现,火星内部质量存在异常,或许其有一个全液态的核心。相关研究结果发表在《自然》杂志上。

确定太阳系中行星的内部特征异常艰难。例如火星,到目前为止,还没有人能够证明其核心是固态还是液态,然而确定火星的核心结构对于寻找火星生命十分重要。

在此次最新研究中,研究人员利用“洞察”号火星探测器上的地震仪,以及自转和内部结构试验(RISE)探测设备,能够精确定位“洞察”号火星探测器,以此了解火星的旋转和摆动,为探究火星内部提供线索。

研究结果表明,火星地表下从地幔顶部一直延伸到底部,都存在质量异常现象。结合地核相关数据,研究人员认为造成这一现象的原因也许是火星内核是熔融的液体。

## 一颗陨石指向第九行星



过去,人们普遍认为太阳系有9颗行星,直至2006年冥王星被“踢出”行星行列。然而,太阳系外围天体的“奇怪”轨道,一直让部分科学家相信太阳系存在着一颗尚未被发现的行星。

经过模拟研究,科学家认为这颗行星的质量非常大,大约是地球质量的4到8倍,且距离太阳非常遥远,大约是冥王星与太阳距离的10倍。也正是由于距离遥远,人类想要探测到这颗可能存在的行星并不容易。

近日,美国哈佛大学的研究人员提出了一个新理论或许可以帮助人类找到第九行星。

2014年落入太平洋的陨石CNEOS14并非来自太阳系,这是人类探测到的第一个星际物体。它以每秒60公里的速度穿越太阳系时,撞击了地球。正是这种高速让研究人员确定它是来自其他恒星的访客。

根据研究人员的最新模拟结果,CNEOS14的起源区域很有可能与模拟预测的第九行星可能存在的区域相同。如果真是如此,那么追溯CNEOS14的轨迹,将指引我们找到第九行星。根据研究人员的计算,第九行星可能存在的区域非常接近白羊座、金牛座和双鱼座的交汇点。

## 射电信号或暴露人类存在



一项发表在《皇家天文学会月刊》上的研究提出,外星文明可能会通过从地球上泄露出的射电信号探测到地球。

在这项最新研究中,科学家模拟了地球上移动信号基站的射电信号泄露情况,以此确定假如距离地球6光年左右存在外星文明,那么他们可能会探测到什么。

研究人员表示,移动通信系统在全世界广泛布局。虽然每个单独的射电功率相对较低,但数十亿个射电信号的综合功率叠加在一起,就变得十分可观了。不过,研究人员也表示,只有更先进的文明才能探测到目前地球上移动信号基站泄露出的射电信号。

而且,随着地球上的通信系统不断发展,其他地外文明探测到人类的可能性将越来越大。

本版图片除标注外均由视觉中国提供

# 揭开史上最亮“宇宙烟花”的秘密

◎本报记者 都芃

大约20亿年前,一颗相当于20倍太阳质量的恒星,在燃烧完自身燃料后即将“熄灭”,其坍缩瞬间爆炸形成了巨大的火球,耀眼的“火光”持续了数百秒,仿佛一个巨大的宇宙烟花。

在经历漫长的旅程后,这次爆炸形成的伽马射线暴(以下简称伽马暴)终于抵达地球。与此同时,位于四川省稻城县海子山上的高海拔宇宙线观测站(又称“拉索”)已睁开大大的“眼睛”,目睹了这场绚烂的“宇宙烟花”——人类目前观测到的史上最亮伽马暴。6月9日,“拉索”合作组在《科学》杂志发表文章,揭开了这次史上最亮伽马暴背后的秘密。

## 对“后随爆炸”教科书般的观测

伽马暴是宇宙中某一方向上伽马射线瞬时增强的一种现象。伽马暴虽不常见,但伽马射线离我们的生活并不遥远。作为一种波长极短、穿透力极强,同时又携带高能量的原子核射线,伽马射线在生活中用途广泛,如癌症放疗中,医生常用高通量的伽马射线来杀死癌细胞。

但是,从宇宙深处到达地球的伽马暴早已没了这样的“威力”。伽马暴辐射面积之巨,比数百个银河系的范围还要大,加之动辄与地球数十亿光年的距离,使得它们的光子通量在抵达地球上空时已所剩无几,只有动用最精密的仪器才能够对其进行观测。

根据持续时间的长短,伽马暴被分为长暴和短暴。长暴的持续时间在2秒以上,最长可达数千秒,通常被认为是大质量恒星在核心坍缩爆炸后产生的,此次观测到的史上最亮伽马暴便属于长暴。短暴的持续时间低于2秒,最短的只能以毫秒计算,往往来自于两颗极端致密天体,如中子星、黑洞等的合并爆炸,并且这一过程时常伴随引力波的产生。

伽马暴之所以能够被称为“宇宙烟花”,是因为其在短短几秒内散发的能量可能比太阳百亿年寿命中释放的能量总和还要多。自1967年首次观测到伽马暴以来,人类至今已探测到近万例伽马暴。而在这万例伽马暴中,此次观测到的伽马暴更是独一无二,其释放出的能量不仅较此前观测到的伽马暴都高,而且产生了极为狭窄、极端明亮、接近光速运动的喷流,科学家将其评价为“千年一遇的重要天文事件”。

此外,“拉索”合作组还首次精确观测了伽马暴“后随爆炸”的完整过程。伽马暴的过程可以被划分为“主爆”和“后随爆炸”。此次研究的通讯作者之一、南京大学教授王祥玉告诉记者,在爆炸初始阶段,爆炸后的抛

射物是喷流状结构,但抛射物的速度有快有慢,“当慢的物质被快的物质追上了,在喷流结构的内部发生碰撞,这就产生了‘主爆’。”

在“主爆”发生后,爆炸产生的物质会继续向外扩散,与外部环境中的物质发生进一步接触,进而产生新的爆炸,即“后随爆炸”,也被称为“余辉”。“在这个过程中,激波会将电子加速,并在磁场中发出同步辐射光,高能电子通过与同步辐射光子碰撞把能量传递给光子,于是就产生了高能光子辐射。”王祥玉介绍道。

而“拉索”则是在全球范围内首次探测到了“后随爆炸”过程中高能光子的上升过程,从而做到了对“后随爆炸”的完整观测,实现了其他实验没有达到的对高能波段光变过程的教科书式的记录,为伽马暴理论模型的精确检验打下了坚实的实验基础。

## “拉索”看到了喷流的核心

此次观测到的伽马暴,其亮度比以往最亮伽马暴还要高几十倍以上,过高的光子流量甚至使得多个国际实验的探测器饱和。在此次“拉索”探测到的视场范围内,共有6万多个高能伽马光子被收集到。若把选择条件降到最低,光子数甚至可以达到10万。

为什么会这么亮?这是观测到该伽马暴后许多研究者的疑问,也是“拉索”合作组此次研究主要回答的问题之一。

王祥玉向记者展示的一张“拉索”观测到的光变曲线图显示,该曲线的头部和尾部都十分“陡峭”,这意味着在观测的初始和尾声阶段,光子亮度都发生了急剧变化。

头部“陡峭”的曲线表明,到达地球的光子是极速变亮的,在不到2秒的时间里,“拉索”收到的光子亮了100多倍,超出了以往伽马暴理论模型的预期。

根据以往理论模型的假设,“后随爆炸”过程中高能光子流量的增长应该是较为缓慢平稳的。对于这一现象,王祥玉提供了一种可能的理论解释,“‘余辉’将能量喷射出去了,按理说后续就没有能量了,但可能中心天体‘引擎’又重新启动了,为后续喷射注入了新的能量。”

光变曲线的尾部同样“陡峭”。“拉索”合作组发现,爆炸开始后不到10分钟,“拉索”收到的光子亮度突然快速减弱。“这可解释为爆炸后的抛射物是喷流状的结构,当辐射张角扩展到了喷流的边缘时造成亮度快速下降。”王祥玉说。

这个辐射张角只有0.8度,且正对着地球。由于这个亮度转折发生时间极早,意味着“拉索”观测到的实际上是一个典型内壳外暗喷流的、最明亮的核心,相当于人类用眼睛直视着一束光的中心光源。这也解释了为什么这个伽马暴是“史上最亮”,也更加凸显出此次对其

成功观测是千年难遇的“宇宙级幸运”事件。

## 完善伽马暴理论“拼图”

“拉索”并不是全世界第一个观测到高能段“后随爆炸”的观测设备。在“拉索”建成投入观测前,全球其他地区观测设施已成功观测多次高能光子的“后随爆炸”,最早的一次是在2018年。

“当时还觉得很遗憾,没有赶上。”此次研究通讯作者之一、中国科学院高能物理研究所研究员姚志国告诉记者,虽然没赶上前几次观测机会,但得益于“拉索”对高能段伽马暴观测的绝对优势,“拉索”观测到了此前其他观测设施没看到的“后随爆炸”上升阶段。“此前上升阶段的高能段伽马暴,只是在理论上存在,从来没有看到过。这次‘拉索’的成功观测,可以说完善了伽马暴相关理论的最后一张‘拼图’。”王祥玉对此次“拉索”的观测成果给予了高度评价。

但这张“拼图”上仍然还有“模糊”的地方。例如,“后随爆炸”中高能光子快速上升的形成机制仍然需要最终的理论解释。

但是,借助这张日趋完整的理论“拼图”,研究人员已可以对伽马暴形成机制中存在的若干问题进行深入探讨,如关于伽马暴喷流的成分组成,当下学界认为可能的组成有两种,一种是由常规物质组成,另一种则认为伽马暴喷流是高度磁化的,能量组成是电磁波而非物质。

姚志国指出,下一个可能获得重要突破的伽马暴观测研究方向是短暴。王祥玉也认为,如果能够在距离地球很近的区域内发生短暴,或许也有可能观测到高能光子辐射。而这同样要依赖于“拉索”。“‘拉索’在观测短暴上也有优势,短暴发生时间非常短,不到2秒。如果靠望远镜来观测,等收到预警再转过去肯定来不及,而大视场的‘拉索’可以全天候24小时不间断观测,就不会错过‘精彩瞬间’。”姚志国介绍道。

除了对伽马暴本身继续进行深入研究,“拉索”此次接收到的大量光子,也能够为其他课题研究提供重要参考。姚志国所在的一个“拉索”团队正在利用大量光子数据,对狭义相对论的基本原理进行实验验证。狭义相对论认为,同一时间发出的、不同能量的光子到达观测者的时间应是一致的,即光速不变性。其中,洛伦兹不变性是狭义相对论的基本假定。通俗来讲,其是指一个非加速物理系统在作洛伦兹变换时,相关的基本物理规律不会改变。而一些大统一理论模型例如量子引力理论认为,在非非常高的能量下,光速会随能量变化,即洛伦兹不变性会发生破缺。要对光速不变性进行精确检验,需要获得能量更高、时间延迟更短、距离更远的高能光子。借助“拉索”对此次伽马暴的观测数据,研究者有望对洛伦兹不变性破缺的部分参数给出最强限制。

# 计算机建模“更新”月球大撞击成因假说

◎平劲松 李文潇

月球是地球的唯一卫星。探索和研究月球起源与演化,有助于了解太阳系云的成分、分馏、凝聚与吸积过程,以及类地行星的形成与演化过程,进一步揭示地月系统的形成与演化。

关于月球的起源与演化这一基本问题,一个多世纪以来出现过多种假说。目前而言,比较普遍的月球起源假说包括分裂说、同源说、捕获说和大撞击成因假说。

根据一项最新研究成果,科学家利用超级计算机进行模拟,“更新”了人们对月球大撞击成因假说的认识。

## 四大假说“淘汰”仨

分裂说认为地球早期呈熔融态,自转速度快且不稳定,一部分熔融物质在地球高速自转的情况下被甩了出去,重新凝聚、冷凝后形成月球;同源说认为月球与地球是“姐妹”关系,二者在太阳系星云凝聚过程中同时诞生、形成;捕获说

认为月球在飞过地球附近时被地球引力捕获,成为一颗绕地运行的卫星,二者最初的形成来自不同星云团的物质。

多年研究表明,月球缺水、富含难熔元素、匮乏挥发性元素和亲铁元素等,与地球的平均成分差异很大。这些特征使得分裂说、同源说、捕获说被大多数科学家所摒弃,大撞击成因假说成了“最大赢家”。

大撞击成因假说认为,原始地球在诞生后极早期受到一个被科学家命名为忒伊亚的火星大小的天体撞击,撞击碎片没有落回地球的部分最终形成了月球,留在原始地球上的部分形成了后来的地球。月球和地球都混合了来自原始地球和撞击天体的物质。

根据一项基于超级计算机模拟的最新研究成果,那次撞击后碎片四处飞散,而其中最大的一个,慢慢汇聚周围被撞击出去的碎片,远比预想中更迅速地形成了今日能够看到的月球。

## 最新研究“演绎”大碰撞过程

英国杜伦大学的研究团队利用一个

名为“宇宙学机器”的系统,对数百次大小为“忒伊亚”的行星进行模拟,成功地以前所未有的分辨率为这次天体大碰撞的后果建模。新的结果完全颠覆了经典的大撞击成因假说概念。

根据此次最新研究,原始地球和撞击它的忒伊亚相距不远,都处在大致相同的绕太阳飞行轨道区域;它们在各自演化的过程中分别形成了以铁为主的金属核和由硅酸盐构成的幔和壳。一次偶然的机会,忒伊亚以每秒5千米左右的速度撞向地球,这个速度与原先科学家假设的高速碰撞速度相比要低得多。剧烈的碰撞不仅改变了地球的运动状态,使地轴倾斜,而且还使忒伊亚破裂,硅酸盐壳和幔受热蒸发,膨胀的气体以极大的速度携带大量粉碎了的尘埃飞离地球。在忒伊亚破裂时与幔分离的金属核,因受膨胀飞离的气体所阻而减速,大约在4小时内被吸积到地球上。

此外,飞离地球的气体和尘埃,也并没有完全脱离地球的引力控制,也于4个小时左右,在距离地球几万公里的地方

通过相互吸积而结合起来,形成了全部熔融的月球。这个形成时间,比之前科学家们给出的数百到上千年的形成过程要短得多。

脱离地球的物质被甩出去后,由于处于幔壳岩石内亲岩石的放射性物质核反应高发状态,放射持续进行,物质继续呈现沸腾状。因此,月球形成之初仍然是个炽热、滚烫的流体状球体。最新研究表明,月亮的分异发生在45.1亿年之前。这就意味着月球的形成发生在太阳系诞生之后的6千万年以内,而不是一亿年之后。在这数十亿年中,月球在逐渐远离地球,来到距离地球平均约38万公里的地方,而且测量表明月球每年仍然以3.8厘米的速度远离地球。

需要指出的是,月表的环形山并不都是陨石撞击造成的。月表的环形山主要是由于月球物质沸腾后冷却形成的,部分是由于坍塌形成的,部分是由于较轻的物质外溢(包括但不限于气体)形成的,部分来源于地球的陨石撞击。

(作者单位:中国科学院国家天文台)