

# 距离越来越远 地球最终会和太阳“分手”吗

◎ 实习记者 都 芃

太阳作为驱动地球万物生长的能量之源，其与地球之间恰到好处的距离，使得地球相比太阳系内的其他天体充满了生机。但事

## 不断“减肥”的太阳吸引力逐渐减弱

要弄清楚太阳与地球之间距离的变化，首先要明确一个事实，即地球绕太阳运行的公转轨道并非是完美的圆形，而是一个椭圆形，太阳位于这个椭圆形轨道的一个焦点之上。也正因为轨道是椭圆，所以太阳与地球之间的距离并非恒定，而是“忽远忽近”。在近日点时，两者之间的距离约为1.471亿公里，而到远日点时，这个距离则会拉长到约1.521亿公里。虽然近日点与远日点间相差了约500万公里，但这也仅相当于太阳与地球之间平均距离的3%左右，几乎不会对地球气候等造成显著影响。

除了因公转轨道原因而产生的正常距离变化外，太阳与地球之间的平均距离事实上一直在不断增加，这还要从太阳持续不断地“减肥”开始说起。南京大学天文与空间科学学院教授周礼勇表示，太阳内部每时每刻都在发生着核聚变反应，氢元素转化为氦元素，这一过程会释放大量能量，并通过太阳辐射散发出去。根据著名的爱因斯坦质能方程，只要测得一定时间内太阳辐射出的能量数值，便可很简单地计算出太阳因此而损失掉

的质量。“这个数值大概是每秒钟损失400万吨质量。”周礼勇表示，这虽然听起来是一个庞大的数字，但相对于太阳 $2.0 \times 10^{30}$ 千克的总质量来说，只能算是秋毫之末。但他同时也提醒，除了能量辐射会导致太阳质量散失外，太阳风、日冕物质抛射等太阳活动也会带走太阳的一部分质量。因此可以说在太阳诞生后的几十亿年间，其质量一直处于不断减少的过程中。

根据牛顿的万有引力定律，两物体间引力的大小与它们质量的乘积成正比，与它们距离的平方成反比。因此，太阳持续不断地“减肥”所带来的后果，便是其对于包括地球在内的行星的引力越来越小，进而导致它们与太阳的距离越来越远。但就像太阳散失的质量相对于其总质量来说小到可以忽略不计一样，由其引力减小所导致的离心力不足道。天文学家布赖恩·迪乔治测算，太阳每年因散失质量所导致的引力减小仅会让太阳与地球之间的距离每年增加约6厘米。这在宇宙单位尺度上来说，其产生的实际影响是微乎其微的。

质量。“这个数值大概是每秒钟损失400万吨质量。”周礼勇表示，这虽然听起来是一个庞大的数字，但相对于太阳 $2.0 \times 10^{30}$ 千克的总质量来说，只能算是秋毫之末。但他同时也提醒，除了能量辐射会导致太阳质量散失外，太阳风、日冕物质抛射等太阳活动也会带走太阳的一部分质量。因此可以说在太阳诞生后的几十亿年间，其质量一直处于不断减少的过程中。

根据牛顿的万有引力定律，两物体间引力的大小与它们质量的乘积成正比，与它们距离的平方成反比。因此，太阳持续不断地“减肥”所带来的后果，便是其对于包括地球在内的行星的引力越来越小，进而导致它们与太阳的距离越来越远。但就像太阳散失的质量相对于其总质量来说小到可以忽略不计一样，由其引力减小所导致的离心力不足道。天文学家布赖恩·迪乔治测算，太阳每年因散失质量所导致的引力减小仅会让太阳与地球之间的距离每年增加约6厘米。这在宇宙单位尺度上来说，其产生的实际影响是微乎其微的。

## 地球引起太阳潮汐的“副作用”

除了太阳质量损失使得其引力减小，从而导致地球逐渐远离太阳外，还有一种力量也会使得地球与太阳之间的距离不断增加，这就是地球对于太阳的潮汐作用。要了解地球对太阳所造成的引力影响，其实可以通过月球与地球之间的引力关系来理解，因为月球对地球的引力所导致的潮汐作用也正在使月球一步步远离地球，这与太阳和地球之间的情况几乎相同。

月球对于地球上的每一个点都有引力，但由于地球是一个近乎球体的形状，这种引力作用在地球上的不同点时，其大小并不相同，距

离月球更近的点所受到的引力也更大；同时，地球还受到其绕地月公共质心（地月系统的质量中心）旋转时所产生的离心力的作用，而这种离心力在地球上也是平均分布的，地球上每一个点所受到的离心力大小均相同。

因此，月球对地球的引力以及地球自身的离心力之间便会产生差值，这一差值形成的力量便是起潮力，顾名思义这也就是引起地球表面潮汐变化的主要力量。

潮汐会产生一个“副作用”，“潮汐运动起来以后，会在地球内部造成摩擦。有摩擦就会有能量的耗散，而被耗散掉的正是地球自转的能

不管是太阳自身质量减小导致的引力降低，还是地球对太阳的潮汐作用所引起的公转轨道变化，由此而产生的日地距离增加，都不会对地球本身造成显著影响。事实上，影响地球公转轨道的也远不止太阳这一个因素。地球绕太阳公转轨道的具体大小和形状不仅与太阳有关，也与太阳系内其他行星对地球的引力有关。

量。”周礼勇表示，形象地讲，便是潮汐的出现会“拖拽”地球的自转运动，使得地球自转速度减慢。根据角动量守恒原则，如果不考虑其他天体的影响，只将地月系统看作一个孤立系统，那么该系统中地球自转的角动量、月球自转的角动量以及两个天体相互绕转的轨道的角动量，其三者总和是守恒的。

在这一定律下，当地球自转速度减慢时，地球自转所失去的角动量便会被重新分配至月球绕地球运转的公转轨道上，从而导致轨道变长，月球与地球之间的距离便会相应地增加。

同样的理论也适用于地球与太阳。地球

## 最终结局不是“分手”而是被吞噬

毫无疑问，不管是太阳自身质量减小导致的引力降低，还是地球对太阳的潮汐作用所引起的公转轨道变化，由此而产生的日地距离增加，都不会对地球本身造成显著影响。事实上，影响地球公转轨道的也远不止太阳这一个因素。

周礼勇表示，地球绕太阳公转轨道的具体大小和形状不仅与太阳有关，也与太阳系内其他行星对地球的引力有关，天文学上称之为摄动。可以简单理解为当一个天体绕另一个天体运动时，因受到其他天体吸引或其他因素影响而导致运行轨道产生偏差。周礼勇认为，地球绕太阳公转轨道或多或少都会受到太阳系内其他行星的影响，其中影响较为显著的是距离地球较近的金星，以及虽然距离地球较远但质量是地球300多倍的木星。

天文学家普遍认为，在多种因素的共同作用下，地球公转轨道会以40.5万年为周期，在近乎完美的正圆形到偏心率大约0.05的椭圆形间循环往复。而在2018年，美国的研究人员通过

对太阳产生引力，引起太阳上的潮汐，潮汐带来摩擦，降低太阳自转速度，从而导致地球绕太阳运转的公转轨道变长，地球与太阳之间的距离增加。

但理论归理论，周礼勇表示，这种作用具体能够引起日地公转轨道多大的变化，要取决于地球究竟能够在太阳上引起多大的潮汐，以及潮汐能够耗散掉太阳多少能量。“实际上这个作用是非常微弱的，产生的影响也很有限。”根据布赖恩·迪乔治估算，在这一作用下，地球和太阳之间的距离每年仅增加大约0.0003厘米。

对古老岩石进行分析，找到了地球公转轨道以40.5万年周期循环的首个物理证据，验证了这一假设。

虽然地球绕太阳的公转轨道总是在不停变化，也确实逐渐远离太阳，但却不会变成“流浪地球”，因为地球很有可能最终逃脱不了被太阳吞噬的宿命。

根据当前的恒星演化理论，太阳作为一颗黄矮星，其大致寿命约为100亿年。而目前太阳大约45.7亿岁，已经是“星到中年”。再过大约50亿至60亿年后，太阳内部的氢元素几乎会全部燃烧殆尽变为氦元素，太阳的核心将发生坍塌，温度不断上升。随后，氦元素会进一步聚变为碳元素。虽然在这一过程中，氦聚变所产生的能量要小于氢聚变，但其温度却更高。

因此，太阳外层大气将会不断膨胀，并释放到更远的地方。而以目前人类已知的地球公转轨道变化来看，即使未来地球能够稍稍远离太阳，也终究难逃被太阳膨胀的大气所吞噬的命运。不过别担心，这至少是50亿年以后的事情了。

## 亮点追踪

主持人：本报记者 翟冬冬

## 科学家揭开原行星盘“缺碳”之谜



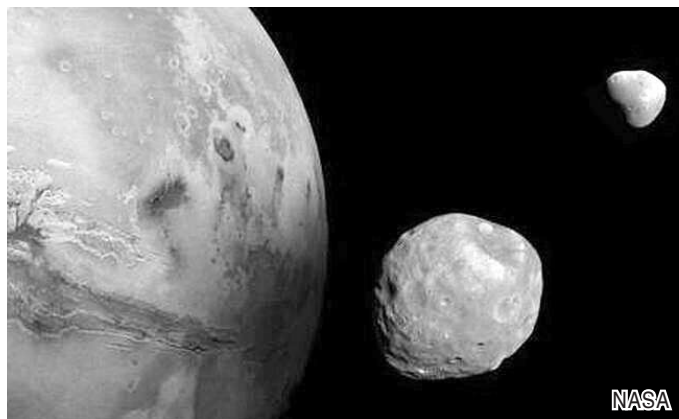
天文学家常在行星“托儿所”（原行星盘）中观察到一氧化碳的存在，这种化合物非常明亮，并且对于研究原行星盘的质量、成分、温度等特征至关重要，这使得它成为科学家的重要观测目标之一。

但是在过去十年的观测中，科学家发现原行星盘中一氧化碳的含量明显少于预期。“消失”的一氧化碳去哪了？近日，一篇发表在《自然·天文学》上的文章，揭开了原行星盘的“缺碳”之谜——它们一直以冰的形式隐藏在原行星盘中。

为了寻找这些一氧化碳，研究人员修改了原本用于研究系外行星或太阳系外行星上云层的天体物理模型，利用物理原理追踪模型中冰的位置和运动轨迹。在将结果和阿塔卡玛毫米/亚毫米波阵列望远镜的观测数据相结合后，研究人员发现两个结果基本吻合，一氧化碳并没有消失，只是变成了冰。目前的望远镜可以观测到一氧化碳气相，但却难以观测到冰，这就是一氧化碳的“消失”之谜。

这项研究改变了以往对于原行星盘中冰和气体分布方式的认知，研究人员希望未来可以通过韦布望远镜进一步验证此次研究成果。

## 火卫一、火卫二并不是“亲兄弟”



对天文学家来说，火卫一和火卫二这两颗火星卫星的起源一直是个谜，火星卫星的来源已成为天文学领域的热点话题。它们的形状是不规则的，这让许多人猜测它们是被火星引力捕获的小行星。这是因为，根据以往的观测，火卫一和火卫二的光谱特征，与已知的D型小行星光谱特征有许多相似之处。

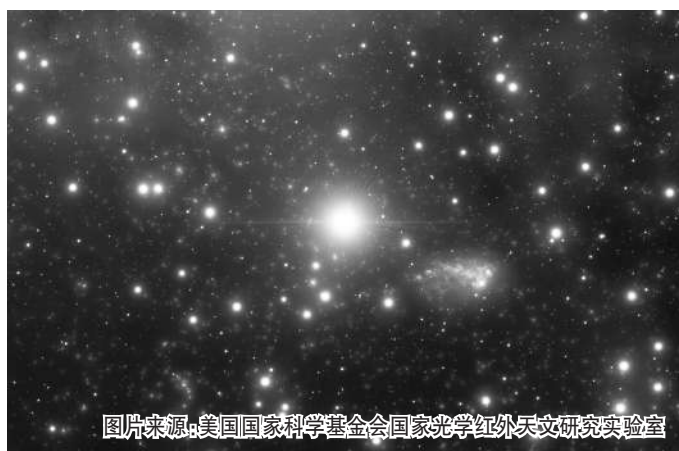
还有一种理论认为，火卫一和火卫二曾经是一颗卫星，被大质量物体撞击而分裂成两颗不同的卫星。

不过，在一篇最近发表于《行星科学杂志》的论文中，一个来自国际的研究团队表示火卫一和火卫二不太可能来自同一颗卫星。

研究人员先是假设火卫一和火卫二此前曾经是一个整体，再结合地球物理和潮汐演化模型进行模拟。他们发现，假如火卫一和火卫二此前曾经是一个整体，那么在分裂后极短时间内，有很高概率（超过90%）会发生剧烈的碰撞，两者会因此而被摧毁。

如今完好无损的火卫一和火卫二表明，这两颗卫星很可能不是源自同一母体的“亲兄弟”。

## 已知质量最大恒星有了“高清照”



恒星R136a1是宇宙中已知的最大质量的恒星，位于大麦哲伦星云的狼蛛星云中。近日，一个研究团队利用位于智利的双子座南望远镜，获得了有史以来最清晰的R136a1图像。

天文学家并不完全了解质量超过100倍太阳质量的恒星是如何形成的，要解决这一问题，就需要对这些大质量恒星进行观测。但它们通常位于被尘埃笼罩的星系中心，而且寿命较短，给天文观测带来了巨大的挑战。

通过此次获得的更清晰的R136a1图片，研究人员发现这颗恒星的质量比预期要轻得多。此前观测表明R136a1的质量大约是太阳质量的250倍到320倍。然而，新的观测表明这颗巨大的恒星可能只有太阳质量的170倍到230倍。不过即使如此，R136a1仍然是已知质量最大的恒星。

# 从“星系动物园”到“宇宙果蔬园”

◎ 李 双 刘思琦

说到星系分类，最有趣的应该是天文学中一次规模浩大的公众星空普查活动——星系动物园项目，这是一个把星空交给大众的项目。而星系动物园的故事，还得从一个天文物理专业研究生疲惫不堪的下午讲起。

## 发动大众为星系分类

2007年7月一个周五的下午，当时还是英国牛津大学研究生的凯文·沙文斯基一张一张看着美国斯隆数字巡天计划项目（SDSS）拍摄的星系图片，看完5万张图片需要花费整整一周时间，眼睛、肩颈的酸痛使他不得不按下暂停键。凯文的任务是人工完成95万张星系图像的分类，根据形态把它们划分为椭圆星系、旋涡星系等不同类型，并从中挑选出科学家感兴趣的样本，以便进行后续的科学探究。然而，这样的图片还有90万张！

凯文和天文学家克里斯·林托特想到了“把星空交给大众”——发动公众对SDSS的百万张星系图片进行分类。星系动物园项目就这样诞生了。

几天时间内，几万名志愿者注册报名。他们不需要拥有专业的天文学知识，只需要由专业人士进行简单的培训，根据星系呈现的形态，从影像中判定是椭圆星系还是旋涡星系，如果是旋涡星系，就再判定它们是顺时针方向旋转还是逆时针方向旋转即可。

第一阶段的星系动物园项目，在近十万名志愿者的积极参与下，不到半年的时间就完成了95万个星系的分类，而且平均每个星系被分类判断了38次。在分类过程中，志愿者发现了一组亮绿色的奇特星系，这些星系的形态极其致密，看上去像颗豌豆，很难被归类为已知的星系类型，因此这些星系被命名为“绿豌豆星系”。95万张星系图片中，只有251个这种星系。

从科学上讲，绿豌豆星系强烈的发射线使其在伪彩图上呈现出明亮的绿色，这也意味着这些星系内正在形成新的恒星。绿豌豆星系大约在距离我们15亿到50亿光年的位置上，体积不足银河系的十分之一，质量不到银河系的百分之一，但却在以10倍于银河系的速度形成恒星，有着近邻宇宙最高的恒星形成率，能在几亿年的时间内质量翻倍。绿豌豆星系在早期宇宙中十分常见，对其展开研究能为我们掌握早期宇宙恒星是如何形成以及星系是如何演化的

提供新的研究窗口。

## 绿豌豆星系只是个开始

星系动物园项目中发现的绿豌豆星系个头小，亮度暗，形态极其致密，非常难以观测。在观测数据生成的图像上，和绿豌豆星系类似的致密星系会呈现出不同的颜色和形态，天文学家沿用了之前绿豌豆星际的名字由来，对这类特殊的致密星系进行命名。于是，如同晶莹紫球的致密星系被称为“紫葡萄星系”，像蓝色小浆果的致密星系被称为“蓝莓星系”……五彩斑斓的致密星系，组成了一个“宇宙果蔬园”。

就在近期，中国科学院国家天文台博士生刘思琦、罗阿理研究员，中国科学技术大学王俊贤教授及上海天文台沈世银研究员等人利用我国大型光谱巡天项目——郭守敬望远镜（LAMOST）的光谱数据，发现了1547个致密星系，其中1417个为最新发现的，包括739个绿豌豆星系、270个蓝莓星系和388个紫葡萄星系，这是迄今为止一次性新发现致密星系数量最多的研究工作。

这批致密星系的质量范围大约在31万到100亿倍太阳质量之间，距离地球最远的为90

亿光年，最近的大概十几亿光年。

这些星系之所以呈现出不同的颜色，其实和它们与地球之间的距离有关。蓝莓星系最近，绿豌豆星系较远；紫葡萄星系有两类，一类到地球的距离位于蓝莓星系和绿豌豆星系之间，另一类到地球的距离比绿豌豆星系更远。科学原理上，这些致密星系呈现出不同颜色，是由于红移导致星系强烈的辐射特征出现在不同的颜色波段。

LAMOST的此次发现，为天文学家提供了通过研究近邻星系来了解宇宙早期星系演化的宝贵大样本，还会衍生出很多其他科学研究，比如可以进一步对这些星系进行射电波段的观测，来研究是什么机制推动它们具有如此高的恒星形成率，以及这种星系内的恒星形成活动到底能持续多长时间等。另外，这些新发现的星系还有一些独有的特性，它们的气体中除了氢、氦元素外，其他更重的元素含量极低。而且它们并不是那么喜欢“群居”，而是“独善其身”地分散在宇宙的星际空间中。

随着LAMOST巡天的继续开展，相信更多的绿豌豆星系、蓝莓星系及紫葡萄星系将会陆续被发现，为认识早期宇宙的星系形成与演化带来更多可能性。

（据中国国家天文公众号）

本版图片除标注外由视觉中国提供