

哈勃望远镜拍摄到的创神星(箭头处)。

出人意料： 洛希极限外看到行星环

洛希极限指天文学中一个特殊的距离,1848年,由法国天文学家爱德华·洛希首先计算出来并因此得名。洛希极限指的是一个大质量天体对一个小质量天体进行引力作用时,小质量天体可以被大质量天体引力撕裂的最大距离。天体的洛希极限是由它自身的质量和半径所决定的。

刘博洋告诉记者,小质量天体落入洛希极限内侧就会解体,这隐含着假设。它的前提是小质量天体里所有的物质仅仅是依靠自身重力维系在一起。在这个前提下,当小质量天体在大质量天体的引力场中,它离大质量天体近的一侧和远的一侧所受到的引力不一样。小质量天体离大质量天体越近,这两面受力的差别就越大。当这个力达到一定程度,小质量天体就会被潮汐力拉开、拉散。

“所以我们可以想象,如果一个小质量天体落入了大质量天体的洛希极限范围内,它就会被扯成一堆碎片。它的碎片如果直接落到了大质量天体之上,就没有后续了。”刘博洋说,“如果碎片没有掉落,可能还是围绕大质量天体继续转,但是因为转的时候已经被扯成了碎片,就变成了光环,就像是我们的土星环一样。”

但是,这一次天文学家们的发现不一样。刘博洋表示,这不是一个正常的情况:“一般情况下,我们看到光环都是由于一个小质量天体进入大质量天体的洛希极限范围内形成的,然而这次发现的光环是位于洛希极限之外。按理说在这个位置,小质量天体不会被扯成碎片,但是它还是碎了。”

对此,周礼勇解释:“如果知道两个天体的质量和大小,就可以计算洛希极限的位置,在合理假设行星和卫星密度的情况下,洛希极限可以换算成行星半径的某个倍数。”洛希极限是一个安全距离。如果两个天体之间的距离小于洛希极限,较大天体的潮汐力可以将较小的天体撕碎,产生的碎块可能会形成环状带,围绕较大天体运转。“假设在洛希极限以外由于某种偶然的原因有个环,比如原本有个卫星被其他天体撞击破碎成环,这些环上的碎块颗粒在绕行行星的过程中总会有碰撞,这一类型的碰撞,将会使得它们相互粘附、堆积,并越来越大,在很短的时间内形成一个卫星。因而在洛希极限之外我们基本是没有机会看到环的,这就是此次发现出人意料的原因。”

是否挑战 洛希极限理论?

创神星半径大约 500 公里,距离地球大概有 70 亿公里,因既小又暗,对它

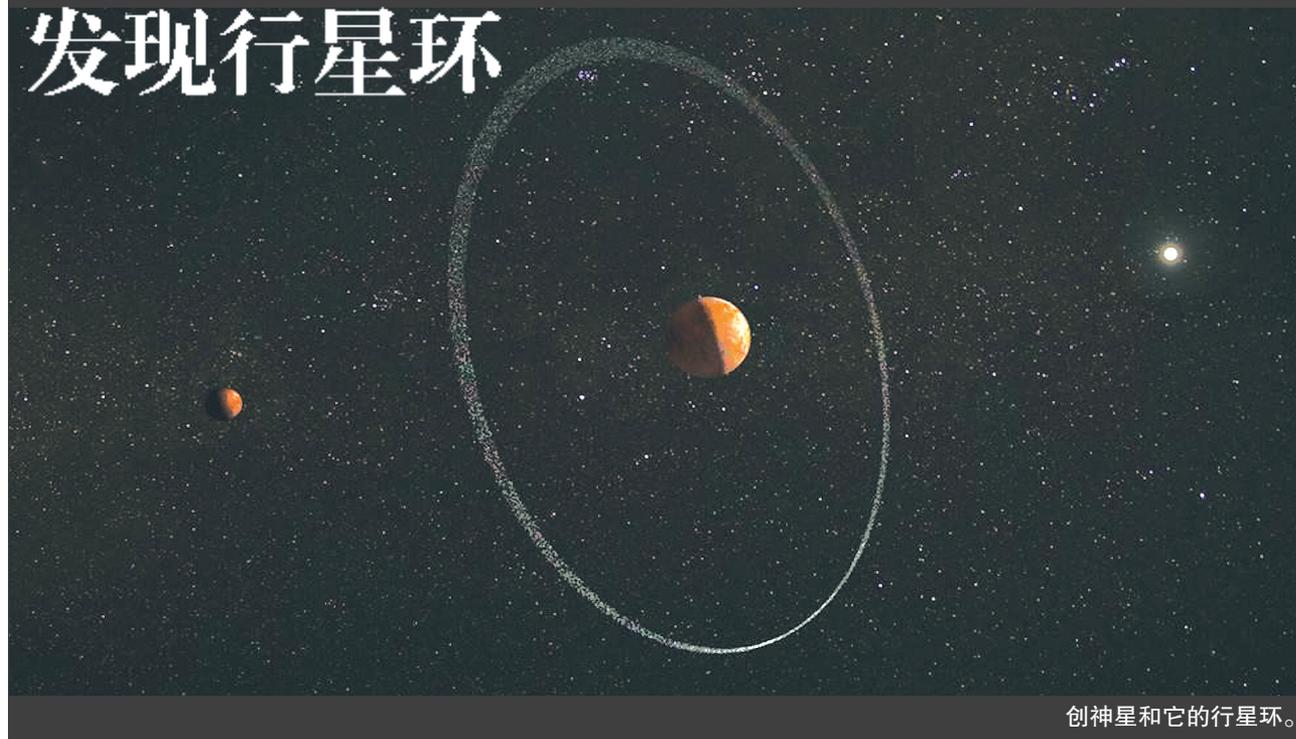
距离产生美,天体间也不例外。一旦突破距离,像苏梅克-列维9号彗星撞木星那样的“惨剧”就会发生。

《流浪地球》系列电影提到一个天体物理学概念:洛希极限。大意是天体之间保持安全距离大家就相安无事,要是安全距离被打破,一个小质量天体落入大质量天体的洛希极限范围内,它就会被扯成一堆碎片。

2月8日,知名学术期刊《自然》刊载的论文介绍,通过掩星观测手段,一支国际天文研究团队发现太阳系边缘一颗名为创神星的小行星拥有一个行星环,环与母星间的距离超过7个行星半径,即洛希极限的两倍多,这个行星环的存在“挑战现有认知”。依据天文学界目前普遍接受并应用的洛希极限推论,那个位置不可能出现行星环。

那么问题来了,什么是洛希极限?为什么“创神星”的行星环会出现在不该出现的位置?就这些问题,华西都市报、封面新闻记者采访了南京大学天文与空间科学学院教授、博士生导师周礼勇,以及北京大学EAST望远镜筹备组成员、天体物理博士刘博洋。

挑战洛希极限? 科学家在“不可能的地方” 发现行星环



创神星和它的行星环。

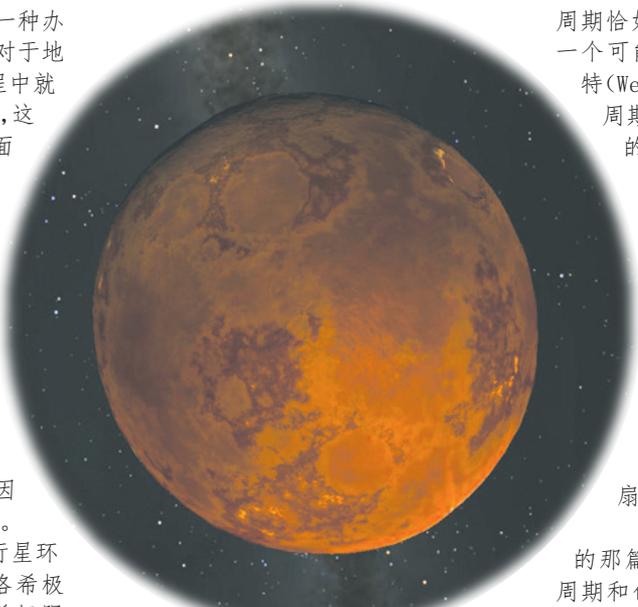
的观测很难。天文学家们想到了一种办法——掩星观测。因为创神星相对于地球在天空中是移动的,在移动过程中就有机会遮挡住遥远距离上的恒星,这种遮挡叫做“掩星”。人们通过地面的望远镜记录它遮挡恒星的时间,如果再乘以它运行的速度,就可以计算创神星的大小。“如果地面不同的位置有多台望远镜同时观测,人们甚至能够描绘出创神星在被掩食的恒星光线照耀下在地面投下的影子,因而能描绘出它的形状(剪影)。”正是在对创神星进行掩星观测中,科学家发现了创神星周围的这个环——因为环也能遮挡被掩食恒星的光,因而也被掩星观测的望远镜所记录。

让科学家们兴奋的是,这个行星环和母星之间的距离远远超过了洛希极限。这个发现是不是挑战了洛希极限的理论?对此周礼勇表示:“洛希极限的理论是基于清晰而明确的物理图像,无论这个环在哪里,都不对洛希极限的理论构成挑战。恰恰相反,人们之所以觉得这个环‘奇怪’,就是因为它不符合洛希极限的预测。换句话说,洛希极限的预测是对的,这个环之所以出现在这样的位置,一定有特殊原因。”

周礼勇打了个比方,“正午12点天一定是亮的”,这是一个真理,但如果有一天发现正午12点天居然是黑的,不应去怀疑前面那个真理,而是要去找导致天黑的特殊原因——比如正好碰到日全食了。

为什么创神星星环 会那么远?

那为什么创神星的星环会出现在



位于太阳系边缘的创神星。

这么远的地方?周礼勇表示,科学家们推测,可能有几种情况:

一是它的周围原本有一颗卫星,被撞碎了,形成了一个临时的环,正好就被观测到了,这样的事件发生几率极低,天文学家一般不做这样的假设。

还有一种可能性较低的情况是构成该环的颗粒具有很特殊的性质,它们之间的碰撞几乎都是弹性碰撞,因而不能成长为卫星。最后一种可能就是“共振机制”提供了这个环长久存在的条件。所谓“共振”,简单地讲就是一个系统中两种运动周期之间有简单的比例关系。具体到创神星这个系统,第一个可能的共振是这个环绕创神星的轨道

周期恰好是创神星自转周期的3倍;另一个可能的共振是创神星的卫星维沃特(Weywot,或称“创卫一”)绕行轨道周期大概是环的周期的6倍。共振的作用,一是可以将环约束在空间上的特定范围,二是使得环上的颗粒保持较大的相对运动速度,而较大的相对速度进一步使得颗粒间的碰撞是破坏性的,阻止了环上颗粒通过碰撞成长为卫星的情况发生。共振的上述两种作用,共同维护了这个环的长久存在。“无论是何种情形,创神星这个新发现的环都为人们打开了一扇更深刻理解太阳系的窗口。”

刘博洋则表示,在《自然》刊载的那篇论文中,提到了行星环的轨道周期和创神星自转周期的比例是3:1。这样的比值也曾经在其他的一些太阳系边缘小天体和它们的行星环上发现过,如女凯龙星、妊神星等都曾经发现了这样的比例。这也许是创神星的行星环存在于洛希极限外侧的原因。

“按照我的理解来说,有可能是小质量天体进入到大质量天体的洛希极限内侧,被撕扯成了一个环。撕扯成环后,由于它的轨道周期跟创神星的自转周期没有达到一个特定的比例,因此它所在的轨道就不是特别稳定。也许这个行星环跟创神星之间有了一定的相互作用,逐渐地被推到一个特定的位置,在这个位置它会相对比较稳定,所以出现了这个环最终停留在了一个不是洛希极限内侧的情况。”

华西都市报-封面新闻记者 张峰 闫雯雯