



# 先有恒星再有行星? 行星种子比你想象的更“早育”

王 靓

行星是在什么时候形成的?可能比你想象的还要早。近日,一个由荷兰、瑞典和丹麦天文学家组成的研究小组在《自然·天文》发

表文章称,对恒星系统 TMC1A 的观测显示,行星的孕育过程早在恒星形成早期就启动了。这更新了人们对行星形成时间的认识,而且或许还能解释木星和土星等巨行星的形成问题。

## 诞生于原恒星的“胚胎”

最近二十多年来,天文学家已经发现了数以千计的系外行星。统计研究表明,行星在银河系中是广泛存在的,几乎每一颗类似太阳的恒星周围都可能存在一颗或多颗行星。关于行星是如何形成的,长期以来都是天文学中一个重大而基本的问题。

经过不懈的努力,天文学家逐渐勾勒出了行星系统形成的大致轮廓。宇宙空间中一团分子云在引力作用下发生收缩,在它的中心部分,温度不断升高,形成所谓的“原恒星”。而包裹在周围的物质在引力和自转的共同作用下,一边朝着中心的原恒星下落,同时逐渐向原恒星的赤道平面方向聚集,形成一个扁平的原行星盘。此时原恒星和盘都被包裹在一个巨大的气体包层里,如同正在孵化的鸡蛋,

包层里的气体还在不断地下落到原恒星,及其附属的盘上,天文学家把这一过程形象地称为恒星胚胎的“生长”。这一阶段持续的时间大约为1万到10万年。

但是这种生长并非无限持续的,而是会由于胚胎自身的原因被打破。在接下来数十万到数百万年的时间里,随着原恒星温度升高,星风和紫外辐射越来越强烈,最终驱散了包裹在周围的气体包层,恒星胚胎破壳而出。但它还不算严格意义上的恒星,因为温度还不够高,不足以引发氢核聚变。因为丢掉了绝大部分的气体包层,原恒星的质量就几乎不再增长了,但此时行星的“种子”——原行星盘中的尘埃粒子却在不断碰撞、粘连、融合,逐渐长大,形成行星的最原始胚胎——“星子”。

## 略有不足的质量估算方法

虽然这个理论得到了很多观测证据的支持,但是有相当多的细节还需要完善。其中一个问题是,目前已经观测到了为数众多的年龄大于200万年的“成熟”的原行星盘,它们的平均质量只相当于海王星,无法形成像木星和土星这样的巨行星。这是由于行星是原行星盘中的物质聚集而成的,显而易见行星的质量不会超过原行星盘的总质量。换言之,原行星盘中的物质总量决定了行星质量

的上限。

为了解决这个矛盾,天文学家们重新审视了测量原行星盘质量的方法。原行星盘是星际物质坍缩、吸积而来的,星际物质包含两个部分:气体和尘埃。其中气体占大部分,总质量大约是尘埃的100倍。然而气体的主要成分是氢分子(H<sub>2</sub>),在低温时几乎不发出辐射,因此天文学家往往通过测量尘埃在毫米波段的辐射来估计尘埃的质量,进而根据气体

和尘埃的比例估算原行星盘的总质量。

不过这种方法需要假设尘埃粒子是相对比较“透明”的,而实际情况是它们的透明度与尘埃粒子的大小、温度等诸多因素都有关系。如果错误地估计了尘埃的透明度,就会低估行星盘的总质量。另一方面,原行星盘中的尘埃相对于气体的实际比率可能远低于星际物质,这也会导致得到的总质量比实际情况要低。

另一种更为直接的方法就是观测某种气体分子发出的谱线来估算气体的质量,继而得到盘的总质量。一氧化碳(CO)是星际介质

## 更早更快的孕育过程

这次天文学家观测到 TMC1A 是一个年轻的低质量原恒星系统,带有一个半径为100天文单位(AU,1天文单位为1.496×10<sup>8</sup>千米)的原行星盘,位于著名的金牛座分子云里,距离地球140秒差距(约460光年),年龄最多只有几千万年。先前的观测表明,这个原恒星系统被一个由星际物质所组成的巨大的包层所围绕,包层中的物质还在不停地下落到中心的原恒星及其行星盘上,是一颗典型的尚未“破壳而出”的原恒星系统。

2016年,一个由荷兰、瑞典和丹麦天文学家组成的团队用欧洲南方天文台(ESO)的阿塔卡玛大型毫米亚毫米射电阵列(ALMA)观测了 TMC1A,以前所未有的分辨率获取了这个原恒星系统在毫米波段的图像。

最近,这个小组又重新分析了他们的观测数据,发现在原恒星周围40AU的范围内存在尘埃的热辐射,而“CO和C<sup>18</sup>O这两种一氧化碳气体分子的辐射比尘埃辐射延伸的范围要大得多,达到了70AU。但是令人惊讶的是,在行星盘的内部,距离中心15AU的范

围以内,这两种气体分子的辐射都消失了,在图像上如同出现了一个“空腔”,这与传统理论不符。

对此,最有可能的解释是在距离中心30AU的范围内,尘埃已经通过互相融合,生长到了比较大的尺寸,大于1毫米,因此变得非常不透明,以至于完全屏蔽掉了CO同位素体分子的辐射。根据尘埃的辐射,科学家估算出这个原行星盘所包含的尘埃和气体的总质量大约是木星质量的几十倍,足以在将来形成好几颗类似木星的巨行星。

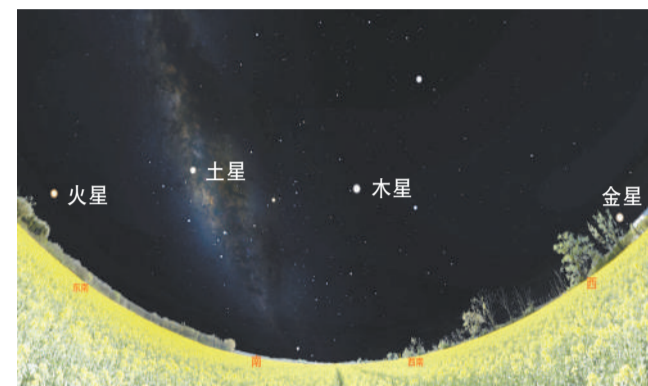
考虑到 TMC1A 是一个非常年轻的原行星盘系统,这项新的观测表明,原行星盘里尘埃粒子的增长过程比先前预想的更早、更快。也就是说,在原行星盘演化的早期阶段,形成行星的最原始“种子”就已经在其中孕育了。这个研究团队的主要领导者,瑞典查尔姆斯理工大学的佩尔·本杰尔表示,这个现象可以解释为什么原行星盘可以形成像木星和土星这样大质量的巨行星。

(作者系德国马普地外物理所博士后)

## 天象早知道

### 除了水星金星 这个月你还能看土星

李 昕



这几天傍晚几颗肉眼可见行星的位置

7月是观测行星的好时候,肉眼可见的几颗行星观测条件都不错。先后上演的水星东大距、火星冲日能让你一睹水星和火星的风采。除此之外,土星也是近期星空的主角之一。

我们如何才能找到它呢?夜幕降临,首先你会在西方天空看到明亮的金星。欣赏完金星后,我们把视线转向正南,此时木星正在高空闪耀。它是在今年5月上旬冲日,这段时间它已经接近东方。在望远镜中观测了木星和它的卫星,我们就可以转向东南方向上一颗刚刚升起的浅黄色星星了,这就是土星。6月27日,土星刚刚经过冲日,但在这段时间我们仍然能整夜观测到它。

由于土星本身距离地球非常遥远,因此观测条件的好坏与是否冲日关系不大,光环倾角则是更重要的因素。土星宽阔的光环是其区别于其他气态行星的重要特征,我们观测土星主要的目标就是它的光环。土星光环倾角以29.5年为周期变化,这也是它的公转周期。这段时间内,倾角会两次达到最大值。倾角越大,我们在地球上能观测到的环面就更大。如果倾角很小或者环面几乎平行于我们的视线方向,土星光环就会“消失”。最近几年,从地球上土星的光环倾角逐渐增大,是我们目视和拍摄光环细节的好时机。

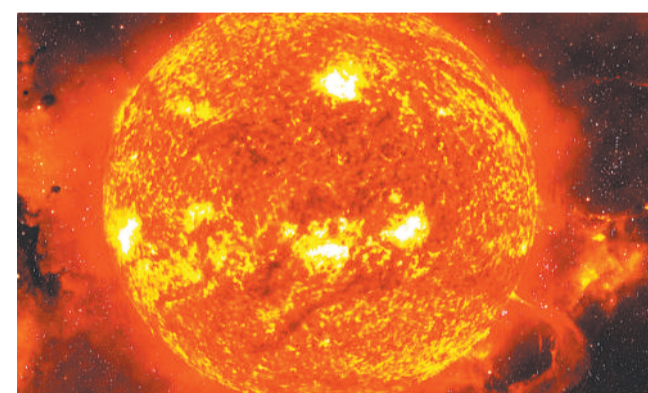
很难想象如果没有宽大且明亮的光环,土星会是多么单调和乏味。如今我们已经知道,土星的光环是由碎石块和冰块组成的,而且分为了多个不同的环系。在环系之间的暗区,也就是环缝,是非常大的看点。用望远镜目视观测土星,有可能看到它最宽的一个环缝,人们以最早观测确认土星光环的意大利天文学家卡西尼的名字来为其命名。

1997年,同样以卡西尼命名的探测器踏上了前往土星的征程。在揭开了土星一个又一个秘密,将这颗气态行星以前所未有的方式呈现现在我们面前,卡西尼号进入土星大气层,与土星融为一体,时间定格在了2017年9月15日。据介绍,当时决定以撞入土星的方式来结束卡西尼号的使命,是为了避免对或许正在酝酿着新生命的土星卫星带来影响。

(作者系北京天文馆副研究员)

## 天闻频道

### 红巨星芳龄几何 我科研人员给出精确答案



据中科院国家天文台消息,近日,北京师范大学武雅倩等人精确测量了LAMOST-Kepler数据中红巨星样本的质量和年龄,并利用该样本研究了恒星的质量和年龄与丰度之间的关系。

大样本恒星年龄的准确估计对于理解星族的合成和银河系的演化历史有重要的作用。对于红巨星而言,不能利用等年龄线匹配或者星震学的方法直接得到红巨星的质量和年龄。而红巨星又是研究银河系结构很好的探针,是研究银河系结构的优质样本。如何快速有效得到这些巨星的质量和年龄是非常重要的。

星震学是目前年龄测量中最准确的方法,由此得到的年龄的精度大约为20%—30%。随着CoRoT、Kepler、K2等空间望远镜数据的发布,星震学迎来了黄金时代,目前得到了成千上万颗巨星的星震学参数,这些参数为精确得到巨星质量和年龄提供了很大的帮助。LAMOST、APOGEE等大样本的巡天为这些星提供了精确的大气参数和丰度信息,这些共同源成为大样本测量巨星年龄的最佳数据。

截至2016年6月,LAMOST-Kepler项目获取的14000条LAMOST光谱具有了星震学信息。武雅倩等人对LAMOST-Kepler数据中红巨星样本的质量和年龄进行了精确测量,精度分别为7%和25%,并利用此样本探讨了恒星的质量与丰度可能存在的关系。该项研究成果已在国际知名天文学期刊《皇家天文学会月刊》上发表。

(本版图片除标注外来源于网络)

# 朝霞和晚霞:自带华彩的天边姐妹花

## 光谱志

王峻峰 文/图

身居都市森林,选择浏览朋友圈消息成为不少人快速获取外界信息的主流方式。而引爆朋友圈的,除了一些轰动性的新闻外,还有天空中特立独行的一些“小伙伴”,比如难得的蓝天白云、气势震撼的雷暴云、散发着迷人光辉的日月晕和彩虹等,但登台率最高的、更吸引观众目光的,是颜值颇高、自带华彩属性的天边姐妹花——朝霞和晚霞。

朝霞和晚霞只会出现在太阳靠近地平线上下时刻,也就是日出或日落前后。之所以它们衣着华丽,颜值爆表,和光的散射有着很大的关系。

我们看到天空的颜色,是阳光被大量空气分子散射的结果。当太阳光射入大气层后,遇到大气分子和悬浮在大气中的微粒,就会发生散射。这些大气分子和微粒本身是不会发光的,但由于它们散射了太阳光,使每一个大气分子都形成了一个散射光源。根据瑞利散射定律,太阳光谱中波长较短的紫、蓝、青等颜色的光最容易散射,它们会被大气中的粒子散射向四面八方。因此,我们看到晴朗的天空高处或头顶总是呈蔚蓝色。

这样的过程同样出现在日出和日落时。由于太阳的高度很低,太阳光在经过厚厚的大气时,大部分短波长的蓝光都被散射掉了,因此只留下红色等长波光线。在月全食食甚阶段,我们看到月亮呈暗红色也是这个道理。这些光线经空气分子和水汽等杂质的散射

后,使那部分的天空带上了绚丽的色彩。当空中的尘埃、水汽等杂质越多时,其色彩愈显著。如果有云层,云块也会染上橙红艳丽的颜色。

在清晨太阳刚刚出来的时候,或者傍晚太阳快要下山的时候,天边的云量较多,整体云被照得通红,像火烧云的一样。人们把这种通红的云,叫做火烧云。

火烧云属于低云类,是大气变化的现象之一。它经常出现在夏季,特别是在雷雨之后的日落前后,在天空的西部拉开大幕。由于地面蒸发旺盛,大气中上升气流的作用较大,使火烧云的形状千变万化。火烧云的色彩一般是红通通的。火烧云的出现,预示着天气暖热、雨量充沛,生物生长繁茂的时期即将到来。2017年的5月23日,北京出现了一次极其震撼的超级火烧云,红色的云海铺满了西边的天空,持续了近8分钟之久,引爆了媒体和朋友圈。

古代有“朝霞不出门,晚霞行千里”的说法。这其实是有一定的科学道理的。因为朝霞多是积云造成的,极易发展为积雨云;而晚霞多是淡积云造成的,淡积云不会造成降水,而且一般预示着一定范围内未来几天将持续晴好,有利于出行。

依据朝晚霞形成的科学原理,通过构建模型,可以大致地预报它们出现的区域和概率。目前,国内一些青年气象爱好者,结合气象云图、云边界、云洞等朝晚霞关键因素,通过数据模拟,来实现对朝晚霞的大致性预测。

在拍摄方面,朝晚霞出现的时段户外光线正常,一般采取常规模式拍摄即可。如果光线太大,可以尝试数次曝光补偿拍摄,后期HDR合成也可。(作者系新华社图片编辑)



由于空气中不同的微粒,落日下的景象会因云层呈现不同的颜色。



北京西山如丝带般的晚霞。

