

银河系如同人类“最熟悉的陌生人”。经过200多年的努力,我们仍未完全看清它的容颜。一项最新研究成果,让我们离银河系真相更近一步。

描绘银河系结构分几步

张孟飞

晴朗的夜晚,仰望星空,会看到一条乳白色的亮带贯穿夜空,这便是包括太阳在内的千亿颗恒星的栖身之地——银河。

从200多年前起,人们开始试图弄清银河系的结构。

这并不简单,不仅因为我们身在其中,也因为各种星际介质干扰着人们视线,遮蔽着银河系的本来面目。

近日,国家天文台研究人员测得最新银河系氢柱密度与光学消光比率,这项工作将有助于认识星际介质,是理解银河系结构征途中的至关重要的一步。

太阳并非银河中心

17世纪,伽利略把望远镜对准天空中乳白色的亮带,发现这是一片恒星密集的区域。18世纪中叶,英国人赖特提出了银河系的猜想,认为银河系像个扁平的透镜,太阳只是其中的恒星之一。

第一个为银河系画像的人,是英国人威廉·赫歇尔。这位18世纪的天文学家制作了当时最大的望远镜,发现了天王星。他同样关注恒星世界。在多年观测后,他根据天空中各个方向的恒星数量,于1785年画下了一幅银河系结构图。由于无法测定遥远恒星的距离,赫歇尔假设天空中所有恒星具有相同的发光本领,并根据实际观测到的恒星亮度来估计它们到地球的距离。他得到的银河系“画像”扁而平,具有不规则轮廓,太阳位于银河系中央。赫歇尔用统计法首次确认了银河系为扁平状圆盘的假

说,从而初步确立了银河系的概念。

1906年,荷兰天文学家卡普坦提出“选区计划”,重新研究银河系的结构。他得到的银河系模型与赫歇尔类似:太阳居中,中心的恒星密集,边缘稀疏。

几乎与卡普坦同时,美国天文学家沙普利对银河系结构也展开了研究。造父变星的发现,使科学家有可能精确测定天体的距离。沙普利根据球状星团中造父变星的光变周期,确定它们到地球的距离,进而从球状星团的分布来研究银河系的结构和大小。1918年,沙普利提出,银河系是一个透镜状的恒星系统,其中心位于人马座方向,而不是太阳系。后来的观测逐渐证明,沙普利的模型较为接近真实的银河系,因而被沿用至今。

星际尘埃是个“核心人物”

得到银河系的真实结构并不容易。按照沙普利的估算,银河系的大小为30万光年。按照当时的技术水平,这已是非常精确的估算。

然而,这个数字是现代测量的银河系大小的3倍。其中原因,是沙普利忽略了星际介质对星光消光的作用。



图片来自网络

宇宙空间中到处都充斥着星际介质。天体发射的光在到达地球前,会被星际介质吸收或者散射掉一部分,从而导致我们观测到的天体亮度比预想的要暗,这个过程通常被称为星际消光。而银河系在光学波段那朦朦胧胧的图像,就是消光存在的关键证据。因此,研究星际消光是获得银河系结构的重要步骤。而由于不同的成分会对星光产生不同的消光值,消光研究也可以帮助我们深入理解星际介质的组成成分。

了解银河系结构,就是研究各种物质在银河系中的分布。星际介质在对银河系结构的研究中,有着举足轻重的作用。在光学波段,消光主要由星际介质中的尘埃产生,消光大小受到

尘埃的总质量、成分组成和尺寸的影响。而在X射线波段,未完全电离状态的重元素会吸收部分辐射。

因此光学波段的消光(用V波段的消光表征)可以用来揭晓星际介质中的尘埃成分。由X射线吸收(用氢柱密度表征)可以得知星际介质中重元素的分布,进而根据星际介质中的重元素与氢元素的特定比例关系,获得处于原子、分子和电离三种状态氢元素的总量。通过这两个波段的观测,科学家不仅可以知道相应的银河系结构,而且可以研究尘埃成分与气体成分的相互关系。这也是银河系氢柱密度与光学消光比率这个参数备受关注的原因。

对“最熟悉陌生人”的新认识

早在上世纪八十年代,人们已经认识到氢柱密度与光学消光比率这一参数对于认识银河系的重要性。而当前广泛采用的数值依旧是美国科学家博林(Bohlin)在1978年得到的。多年来,人们一直致力于测得更精确可信的结果。

测量这一参数总体有三种方法。通常光学消光的测量较为容易,不同方法主要是采用了不同方法测量氢柱密度。

所谓氢柱密度,是假设在视线方向有一个横截面积为固定值的柱体,这个柱体中包含的氢元素数量即为氢柱密度。Bohlin使用的办法,是根据星际介质中中性氢和分子氢对紫外波段恒星谱线的吸收,来估计氢柱密度。另外两种方法分别是,根据中性氢原子和一氧化碳辐射来测量氢柱密度、根据星际介质对恒星光谱在X射线波段的吸收来测量氢柱密度。然而,由于星际介质成分复杂、样本量小而不可靠等原因,以往的测量结果不够令人满意。

笔者的最新工作采用了上述第三种方法,即根据X射线波段吸收测量重元素丰度,进而根据重元素与气体成分比例关系得到氢柱密度。早在上世纪七十年代,就有科学家用这种

方法研究过银河系结构。但由于数据获取困难,以往科学家进行这项研究时,样本量最多也不过20个左右。为了扩大样本量,笔者的研究第一次同时将超新星遗迹、行星状星云、X射线双星的X射线辐射计算在内,将样本量扩大到100个左右,重新计算了银河系氢柱密度与光学消光比率。

最终的结果显示,这一比率大体上不随着星际介质所处的空间位置变化而变化,而由该比值得到的银河系中气体和尘埃的质量比约为140。这意味着,银河系中的气体比预想的要多。

银河系是一个有一定厚度的盘形。最新的工作还计算了在距离银心2千秒差距(1秒差距约为3.26光年)到10千秒差距之间的氢元素分布。研究认为银盘密度比以往认识的更高,衰减则更快。这说明银盘比以往认为的更薄,但是密度更大。

银河系如同人类“最熟悉的陌生人”——虽然近在身旁,却一直无法看清它的容颜。经过科学家200多年的努力,银河系结构的轮廓越来越清晰。然而,银河系依然存在着很多未解的谜题,我们依旧在路上。

(作者系中科院国家天文台博士生)

为什么日子越过越长? 天文学家这样说

身边的天文学

江敏

太阳每天东升西落,这是地球自转运动的结果。昼夜更替、不同时区之间所存在的时差也是如此。那么地球是如何自转的?地球自转速率是恒久不变的吗?我们所感受到的日长又是如何受到影响的?

地球就像一个陀螺,以一条连接南北极的假想直线为轴不停地旋转,这就是地球自转运动。地球自转轴的方向始终指着北极星的方向,从侧面看,地球自转的方向是自西向东运动。

以遥远的恒星为参照物,地球自转一周约需要23小时56分4秒;以太阳为参照物,地球自转一周则需要24小时,即一天。大约一百多年前,科学家通过观察月球运动,发现了地球自转速率不是永恒不变的,而是不断地变化着,即日长是个不断变化的数值,而不是一个常数。自有记录以来,地球自转的速率缓慢地变慢,日长不断变长。地球日长变长

则白天和黑夜时间都变长了,人们的作息习惯需要重新调整;此外,一年中的天数变少了,日历要重新编写。

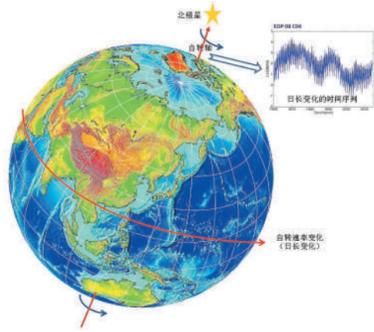
从古文资料中可以看出日长存在长期变化,但长期变化速率尚不能确定。随着空间大地测量技术的发展,用卫星激光技术和激光测月得到的数据,方才精确确定日长的长期变化速率为 2.24 ± 0.08 毫秒/世纪。也许有人认为是日长变化的速率太微小,对普通人来说,“嘀嗒”一声1秒就过去了。但是,对于使用精密时间的部门来说,仅仅1秒的误差却可能造成很大的影响。比如宇宙飞船1秒钟飞行将近8公里,如果时间上差了1秒,就可能造成极大的误差。

引起日长变化的原因很复杂。潮汐摩擦会导致地球自转速率长期减慢。经研究发现,除了长期变慢的趋势,地球自转速率还存在周期性的变化。

近年来,科学家通过对地球内部性质的研究,发现以十年乃至几十年为周期的日长变化主要由于地核和地幔间的耦合作用以及液核的运动造成。随着天文望远镜技术的不断发展,科学家观测发现,太阳、月亮以及其它行星的运动,对周期大于十年的日长波动也有较大的贡献。其次,由于赤道附近的海气相互作用(如厄尔尼诺、拉尼娜现象等),导致了日长在年际尺度上的波动。由于大气的周期性变化,使得日长也存在相应的规律变化。

虽然日长存在各种周期的变化,但变化的量级很小。对于使用精密时间的部门来说,需要进行相关修正,但对日常生活则不会产生太大的影响,我们仍然是每天看太阳东升西落,依然是“日出而作,日入而息”。

(作者系中科院测量与地球物理研究所副研究员,图片由作者提供)



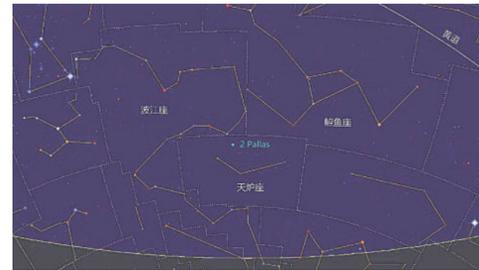
天象早知道

十一月,开启动人的冬季星空

李昕

进入11月,行星的观测进入淡季。水星虽然将迎来大距,但观测条件不佳。其他几颗肉眼可见的行星的观测时间都很短。相比之下,这段时间流星雨较为活跃,狮子座流星雨虽然不会出现爆发,但极大期间的月相对观测有利。多个小流量的流星雨也将在本月活动,但不太适合公众进行观测。

11月8日:用望远镜寻找智神星



11月8日2号小行星智神星冲日期间位置示意图

1801年,意大利天文学家皮亚其在2.8天文单位(1天文单位约为1.5亿公里)的位置上,按照提丢斯-波德定则找到了第一颗小行星Ceres,即谷神星。当时,它被认为是一颗行星。随后,谷神星连续几个月从人们的视野中消失,直到年底,冯扎克和海恩里希·奥伯斯才根据高斯计算出的轨道位置,再次找到了它的踪迹。数月之后,奥伯斯再次观测谷神星时,发现它附近还有一个类似的天体,这就是2号小行星。这位德国天文学家将它命名为Pallas,译为智神星。奥伯斯的发现震惊了当时的天文界,因为此前大家都认为在2.8天文单位的位置,也就是火星和木星之间有一颗大行星,而两颗“行星”的相继发现完全出乎人们的预料。与其他主带小行星相比,智神星的轨道倾角很大,将近35°。因此在地球上观测,智神星可能在偏离黄道很远的天区出现。

尽管和其他行星相比,智神星距离我们不算太远,但它个头比较小,岩石表面的反照率也比较低,因此它非常暗弱,即使在冲日时它的视星等也只有8等,无法用肉眼直接观测到。智神星的公转周期为4.6年,它每1年零3个月会与地球冲日一次。11月8日,智神星将冲日,届时它位置偏南,位于双鱼座以南的天炉座天区,亮度只有8.2等。大家可以借助示意图,尝试用望远镜寻找智神星,回顾奥伯斯当年的工作。

11月18日:狮子座流星雨又来了

在大多数年份,狮子座流星雨并不显山露水,它极大时的ZHR(每小时天顶流量)很少超过20。但如果出现爆发,ZHR就可以达到几百甚至上千,而且会持续数小时之久,带来壮观的流星暴雨。正因如此,人类很早就开始了对狮子座流星雨的研究。

现在,科学家已经清楚地了解狮子座流星雨的爆发与其母彗星55P/Tempel-Tuttle的回归有关。上世纪末和本世纪初,也就是母彗星上次回归近日点期间,狮子座流星雨曾出现过明显爆发,尤其是在1998年曾达到流星暴雨量级,不过那已是20年前的事情了。

今年的狮子座流星雨预计不会出现很大的流量,但有天文学家计算出北京时间11月17日1时左右,地球会穿过其母彗星1300年回归时的尘埃团,这会带来一个ZHR在10左右的极大,并很可能出现较多明亮的流星。传统的极大将会出现在11月18日凌晨0时30分前后,预计ZHR也只有10。

在其活跃期间,狮子座流星雨的辐射点要到地方时午夜之后才能升到比较适合观测的高度,因此这是一个后半夜才可以观测的流星雨。今年的极大时间比较适合东亚地区的观测,我国东部的观测条件不错,而且月相接近新月,对观测没有影响。

当然,即使你整个后半夜都在观测,或许也只能看到寥寥几颗狮子座流星雨的群内流星。但如果你坚持到黎明时分,当晨曦开始吞没天空中暗弱的恒星时,你会在东南方低空中看到木星和金星相继升起。木星的亮度为-1.2等,比大多数恒星都要明亮,金星更是可以达到-3.3等。这两颗行星在本月11日相合时,最近的角距离只有0.3°。17日清晨,残月会出现在这片天区附近,与它们组成双星伴月天象。

11月24日:今年最后一次水星大距



11月24日水星东大距期间位置示意图(北纬40°地区黄昏时分)

作为距离太阳最近的行星,水星也是很难观测的一颗行星。而大距前后的几天,理论上观测它的最佳时机。

今年,水星共有6次大距,最后一次就是即将发生在11月24日的东大距。水星的公转轨道是一个较扁的椭圆,因此每次大距它与太阳的角距离在18°至28°之间变化。本次大距期间,水星的赤纬低于太阳,而且对于北纬40°地区来说,地平高度较低,观测条件不好。

从大距过后一直到12月初,水星日落时的高度变化不大。如果在此期间能赶上大气透明度极佳的好天气,大家还是可以试试在黄昏时分的西南方低空中寻找水星。此时的水星亮度约为-0.3等,位于蛇夫座天区。比它稍高一点的是0.5等的土星,同样很难用肉眼直接看到。

(作者系北京天文馆副研究员,图片由作者提供)