

发射探测仪器、建设地下实验室 上天入地寻找“黑暗家族”

◎本报记者 都芃

当我们抬头仰望星空，能看到繁星的点点光芒布满天穹。但在这些我们能看到的微光之外，宇宙实则被更多的“黑暗”所填充。科学家认为，宇宙总质能的95%是由人类看不见、摸不着的暗物质和暗能量组成。它们组成的宇宙“黑暗家族”不发出任何信号，极难被探测，但却充斥在宇宙空间，成为人们最想要破解的谜团之一。

当地时间7月1日，欧几里得太空望远镜在美国佛罗里达州卡纳维拉尔角发射升空。该望远镜将观测100亿光年范围内的数十亿个星系，创建迄今最大、最精确的宇宙“3D地图”，试图揭开困扰人类持久的暗物质和暗能量之谜。

暗物质和暗能量的发现史

要理解暗物质和暗能量，首先要解释清楚一个“悖论”，即暗物质、暗能量既然极难被察觉，人类最初又是如何确定它们存在的？

20世纪30年代，瑞典天文学家在研究中发现，后发座星系团中星系的速度弥散度非常大，这意味着这个星系团中不同星系的运行速度有着很大的差别。对于星系团中那些运行速度极快的星系来说，仅靠星系团中发光物质的质量，不足以束缚住其如此巨大的运行速度。研究者根据位力定理计算出的星系团总质量要远大于根据光度计算出的星系团质量。因此，天文学家大胆推测，在星系团中还存在着大量不发光、但却有质量的物质，并将其称为暗物质。

如果打一个通俗的比喻，暗物质或许就像一个黑暗房间中的大象，它庞大的身躯填满了整座房间。但由于其本身并不发出任何光亮和信号，人们无从得知它的存在，而只能看见它头顶电灯发出的一点微光，并误以为那是宇宙“房间”内全部的存在。“暗物质是一种在天文观测中被发现的物质，它具有引力作用但不发光。对暗物质的粒子物理性质研究是当前粒子物理和宇宙学最重要的研究课题之一。”北京大学物理学院研究员刘佳介绍。

暗物质虽然不可见，但能够被称之为“物质”，是因为其具备物质的基本特征，例如暗物质有质量、有引力，并且也有可能与其他粒子发生接触、碰撞。

相较于暗物质，暗能量则更加令人捉摸不透。天文学家在20世纪末才真正认可暗能量的存在。暗能量概念的提出与宇宙加速膨胀理论密不可分。在过去很长一段时间内，天文学家普遍相信，由于天体间引力的存在，宇宙的膨胀速度在逐渐放缓。但在20世纪末，多个研究团队通过对不同距离、被称为宇宙标准烛光的Ia型超新星进行观测后发现，地球与这些标准烛光的距离正在加速变远，即我们的宇宙在加速膨胀。

明明引力能够拉近天体间彼此的距离，但为什么宇宙仍然在加速膨胀？天文学家据此认为，一定有尚未被发现的力量在对抗着引力，推动宇宙加速膨胀，暗能量的概念便由此而生。

利用“引力透镜”探测暗物质

虽然看不见，但暗物质、暗能量并非无迹可寻，它们各有证明自己存在的方式。

中国科学技术大学物理学院天文学系教授蔡一夫告诉科技日报记者，引力透镜效应是证实暗物质存在



图为欧几里得太空望远镜。视觉中国供图

的最常用的方法之一。其基本原理是，基于广义相对论，光线会因为大质量天体的引力而产生弯曲，类似于透镜对于光线的作用。而如果在地球和极其遥远的发光天体之间存在一些引力源，这些引力源的引力场便会像透镜一样，使经过其身边的光线发生变化。暗物质同样具有引力，因此其也会对光线产生引力透镜效应，从而有机会被我们探测到。“通过引力透镜效应来勾勒暗物质的分布是目前最主要的探测手段之一。”蔡一夫说道。

相较于暗物质，暗能量的探测则更为困难。由于至今仍无法确定暗能量的来源及特质，科学家一直无法直接探测它。蔡一夫表示，目前探测暗能量的主要方式，仍是依靠对Ia型超新星的标准烛光测距来实现。宇宙的膨胀会拉伸我们与标准烛光的距离，我们收到的标准烛光的光线会因此产生红移效应。通过对大量标准烛光红移数据的收集、分析，天文学家将有机会探究宇宙膨胀的历史，揭示暗能量的本质。

虽然对于暗能量的研究至今尚无定论，但关于暗能量来源的讨论一直是天文界的热门话题。有许多科学家认为，黑洞或许就是暗能量的来源。不久前，一个国际科研团队对星系中央黑洞开展观测，结果表明黑洞可能是暗能量的来源。在这项最新研究中，科学家比较了拥有中心黑洞的遥远星系和本地椭圆星系的观测结果，发现星系中央黑洞的质量比90亿年前增长了7—20倍，如此快速的质量增长无法用吸积和合并来解释，因此研究者大胆引入暗能量来解释这一现象。

多管齐下寻找蛛丝马迹

虽然困难重重，但人类在寻找暗物质、暗能量上一直没有放弃努力。在此次发射欧几里得太空望远镜前，人类已经作出诸多尝试。

在暗物质探测方面，我国发射的“悟空”号暗物质粒子探测卫星是世界上观测能段范围最宽、能量分辨率最优的暗物质粒子探测卫星。其可以通过测量高能宇宙射线来发现暗物质的踪迹。通常认为，宇宙射线的源头一般是超新星爆发，但暗物质湮灭时也会产生宇宙射线。如果能够发现超新星爆发以外的宇宙射线来源，或

许可以间接探测到暗物质。

除了上天找答案，为了寻找暗物质，人们还深入地下数千米。暗物质不可见，但它会和其他物质发生碰撞。因此，当暗物质和普通物质的原子核发生碰撞后，普通物质的原子核会动起来，产生微弱信号，科学家能够通过检测这种信号来探测暗物质的存在。但这种方法需要苛刻的实验环境。由于信号实在太过微弱，为了把宇宙射线本底屏蔽掉，营造出极纯净的实验环境，其必须在地下深处进行，且深度越深，宇宙射线本底越低。我国便在四川锦屏山地下约2400米建设了地下实验室，其重要目标之一便是寻找暗物质。

此外，刘佳也表示，通过可见物质寻找暗物质也是当今粒子物理的前沿热点问题。例如，暗光子便是理论学家构建的沟通可见物质世界和暗物质世界的媒介粒子之一。不久前，刘佳参与的研究团队发现，地球附近的超轻暗光子暗物质能够诱导射电望远镜反射板上电子的振荡，产生可观测的射电信号，另外偶极射电望远镜能够直接与这种暗物质产生射电信号。基于这种现象，研究团队提出了一种利用射电望远镜直接探测地球附近暗光子暗物质的新方法。

而在暗能量探测领域，不久前中国科学院国家天文台参与的暗能量光谱巡天国际合作项目（DESI）向全球发布了首批科学数据，包括了120万个河外星系、类星体及50万颗银河系恒星的光谱。该项目计划在5年内获取超4000万个星系的光谱数据，旨在构造出三维宇宙空间的物质分布，揭示暗能量的本质以及宇宙膨胀历史。

相比于此前探测暗物质、暗能量的仪器，欧几里得太空望远镜的优势是大而精。其观测范围足够宽广，能够覆盖超过三分之一的天空，并可以对其中10亿个星系分门别类绘制宇宙图谱。“欧几里得太空望远镜的突破在于其所获得的高清超大面积巡天数据，可以提高引力透镜，特别是弱引力透镜测量精度，使其统计误差显著降低。”蔡一夫介绍。

通过对数十亿星系的精确观测，欧几里得太空望远镜将创建包含星系形状、位置和运动状况等信息在内的，迄今最大、最精确的宇宙“3D地图”，帮助天文学家推断宇宙暗能量和暗物质的属性，进一步加深对宇宙本质的了解。

宇宙最好标准烛光被发现

◎本报记者 陆成宽

测量天体距离有了一把更好的量天尺。依托我国郭守敬望远镜的海量光谱数据，我国天文学家发现双周期的天琴座RR型变星是最好的标准烛光，利用它的两个周期，可以直接测量星系到地球的距离，不再需要元素丰度的信息，这使得高精度批量测量星系到地球的距离成为现实。相关研究成果在线发表于《自然·天文》杂志。

“当我们仰望星空，星星是如此遥远，测量它们和我们的距离通常需要使用量天尺，即标准烛光。”中国科学院国家天文台副研究员陈孝钊说，恒星中有两种常用的标准烛光：年轻的造父变星和年老的天琴座RR型变星。

用作标准烛光的恒星亮度是随时间周期性变化的，并且周期与内在亮度之间呈现出线性的周光关系。“利用周光关系，我们可以得到这两类恒星的内在亮度，然后通过比较内在亮度与观测亮度，就可以计算出恒星和我们的距离。”陈孝钊说。

使用这种方法，我们可以得到一个误差为5%—10%的天体距离，但如果想得到更准的距离，则需要判断标准烛光是否足够标准。天文学家发现，恒星的内在亮度会受元素丰度的影响，也就是说，拥有不同重元素的恒星具有不同的内在亮度。因此，若要继续减小天体距离的误差，就需要测量这些标准烛光的元素丰度。

“元素丰度的测量成本较高，主要依靠光谱测量。我国的郭守敬望远镜已经获得了数千万条光谱，是世界上最大的光谱库之一。但拥有光谱测量数据的天体仍然只是冰山一角，目前只有不到5个河外天体到地球的距离误差小于2%。”陈孝钊介绍。

“我们首次发现了双周期天琴座RR型变星的多个周期与元素丰度之间的线性关系，进而建立了双周期天琴座RR型变星的周光关系。”陈孝钊说，基于该周光关系，星系到地球的距离误差可以优化到1%—2%，同时高精度批量测量星系到地球的距离也将成为现实。

专家详解人类如何探秘银河

新华社讯（记者王珏珩 朱筱）7、8月份是银河观测佳季。此时如果夜间天气晴朗，人们抬头就可能看到一道横跨天际的乳白色光带，这就是银河。从古至今，“身在此山中”的人类如何探索银河“庐山真面目”？

中科院紫金山天文台科普主管王科超介绍，现代天文学家普遍认为，银河系是一个盘状的、带有旋臂结构的、密集的恒星群体，是宇宙数万亿个星系中的一员。但由于人类身处银河系中，始终无法看到银河系的全貌，对银河系的认识经历了漫长的过程。

人类对于银河系的科学认识，最早可以追溯到17世纪初。1610年，伽利略首次利用望远镜观察银河，发现银河是由大量恒星组成的。18世纪末，英国天文学家威廉·赫歇尔自制一批望远镜观星，并首次尝试描绘银河系的形状和太阳在银河系中的位置。但在当时的观点看来，银河系是扁盘状的，太阳位于银河系的中心。

“下一位颠覆人类对银河系认知的，是美国天文学家埃德温·哈勃。当他在20世纪发现仙女座大星云是银河系之外的另一个星系后，人们才真正意识到，人类所处的银河系并非整个宇宙，只是宇宙无数星系里的一员。”王科超说。

进入21世纪，各国科学家继续尝试构建更精确完整的银河系“地图”。2011年起，我国自主设计的郭守敬望远镜开始先导巡天，天文学家为银河系重新画像，发现它比原来认识的大了一倍。2013年，欧洲航天局发射“盖亚”探测器，到2022年，其收集到的约20亿颗恒星数据形成了新的银河系多维地图。

“近年来，天文学家还综合利用各种探测数据，还原出银河系幼年和青少年时期的形成演化图像，重新描绘了银河系旋臂结构。随着人类认知边界不断拓展，对银河系的认识也在不断修正之中。相信终有一日，人类可以拨开云雾，绘出银河系的‘庐山真面目’。”王科超说。

天象早知道

“最亮”金星照亮7月星空舞台

新华社讯（记者周润健）天文科普专家介绍，即将到来的7月天宇精彩纷呈，将上演最亮金星、木星合月、火星合轩辕十四、金星合月、冥王星冲日、宝瓶座δ南流星雨极大等天象。

7月7日金星将迎来“高光时刻”。今年以来都是以昏星姿态出现的金星将达到全年最亮的-4.7等，熠熠生辉，成为傍晚时分当之无愧的夜空明星。

“7日前后几天，感兴趣的公众可选择没有高大建筑遮挡的空旷之处，朝向西边夜空进行观测或拍照。”中国天文学会会员、天津市天文学会理事韩迪辉提醒说。

7月10日，火星将与狮子座最亮的恒星，有着“黄帝星”之称的轩辕十四近距离相伴，上演“星星相吸”。

7月12日，太阳系“大块头”——木星将与一弯残月近距离相伴，上演一幕浪漫的“星月对话”。如果天气晴好，感兴趣的公众可于12日凌晨开始观测。

另一场美丽的“星月对话”在夜间上演，主角之一换成了明亮的金星。7月20日，这两个明亮的天体将在西边天空奏响“星月争辉交响曲”。

“这是今年最后一次在傍晚时分欣赏二者相伴的机会，感兴趣的公众不要错过。”韩迪辉说。

7月22日，被“贬”出九大行星之列的冥王星将开始冲日表演。冲日是指冥王星于绕日公转过程中运行到与地球、太阳大致成一直线，而地球恰好位于太阳和冥王星之间的一种天文现象。冲日时一般也是观测冥王星的绝佳时机。

“尽管冥王星如今已经被归类为矮行星，但由于它戏剧性的历史和特别的轨道，如今依然被很多天文爱好者津津乐道。本次冲日前后几天，有经验的天文爱好者可以尝试借助天文望远镜观测这颗平日里难得一见的神秘星球。”韩迪辉说。

7月31日，宝瓶座δ南流星雨，也称南宝瓶δ流星雨，将迎来极大，每小时头顶流量（ZHR）为25，但遗憾的是，该流星雨极大期间正逢农历六月十四的盈凸月，月光影响很大，不利于观测。

月球磁场的信息竟藏在石头里

◎姚硕 郭良辉

对于月球表面磁场的探测，起源于50多年前的阿波罗任务。自1969年11月降落在月球风暴洋的阿波罗12号开始，阿波罗14号、阿波罗15号以及阿波罗16号均开展了月表磁场测量，探测到不同着陆点表面磁场的磁感应强度从几纳特到300多纳特不等，月表磁场随着时间变化具有几十纳特的扰动，并且在月表和空间测量的磁场矢量随时间的变化具有趋势一致性。这些探测结果表明月球已没有全球内禀磁场，其表面磁场来自岩石剩磁以及太阳风和地球磁层的感应磁场。

因此，想要验证月表岩石的磁性，推

断月球磁场的变化过程，需要对返回岩石标本进行直接测量。

目前发现的最年轻的月球岩石标本来自我国嫦娥五号在吕姆克地区采集的月海玄武岩。嫦娥五号任务携带了1.731千克的月表物质，包括玄武岩碎屑和角砾岩。根据一项发表在《科学》杂志上的最新研究成果，研究人员发现这些标本的年龄在19.63亿年至20.20亿年。嫦娥五号带回的年轻岩石的磁性有望检验近20亿年来月球古磁场的强度或终止时间。

月球磁场“地图”逐渐精细

从阿波罗任务时期，科学家就开展

了绕月卫星在轨磁测以获得月面更大区域的磁场分布特征，这被称为全月面磁场测量。然而，阿波罗时期的绕月卫星只能测量到月球南北纬35度以内的月表磁场分布。此外，当时的卫星轨道高度较高，约为100千米，获得的月表磁场空间分辨率较低。

月球第一幅全球磁异常分布图是由1998年发射的月球勘探者卫星在距离月球约15—30千米高度处测量完成的，随着探测区域的增大，更多的月表磁异常区被发现。通过对比月球的表面磁异常图和地形图，可以看出磁异常与地质特征没有清晰的对应关系，月表磁异常广泛而零散地分布在月球高地、玄武岩月海和盆地区域。只有在月球背面南部区域呈现出磁异常对应雨海、澄海等4个年轻的撞击盆地。

近几年，结合月球勘探者卫星和月亮女神探测器的大量高精度在轨磁测，科学家获得了网格间距达到0.5度的30千米高度处的月表磁异常数据。可以看出，月表磁场散布在月球表面，其中有多处接近孤立磁异常，水平范围为几百千米的尺度，但是月表大部分区域的磁异常非常弱，不足1纳特。月球正面最强的两处磁异常分别位于风暴洋西部的赖纳尔伽伽旋涡和笛卡尔山脉，月球背面的最强磁异常区位于南极—艾特肯盆地一带。

曾经拥有堪比地球的磁场

阿波罗15、16、17号任务带回了大量



月球表面岩石。NASA