



遮星板犹如花瓣、主镜好似蜂巢……

看天文望远镜那些匠心独具的设计

◎本报记者 魏依晨

3月16日,据媒体报道,中国计划于2023年底发射一颗新的X射线天文卫星——爱因斯坦探针,有望捕捉超新星爆发时发出的第一缕光,帮助搜寻和精确定位引力波源,发现宇宙中更遥远、更暗弱的天体,以及那些转瞬即逝的神秘天文现象。

据悉,科学家从龙虾眼睛奇特的聚焦成像原理中受到启发,设计出一种特殊的新型X射线望远镜,同时具有超大观测视野和更高的探测灵敏度。

也就是说,这种望远镜在看得很广的同时,还可以看到更暗、更远的宇宙。正是得益于采用了龙虾眼望远镜技术,爱因斯坦探针卫星可以对目前知之甚少的软X射线波段进行大视场、高灵敏度、快速时域巡天监测。

实际上,像“龙虾眼”这样匠心独具的望远镜还有很多,它们或穿梭星宇,或扎根大地,为探索宇宙奥秘贡献力量。

郭守敬望远镜 光纤配镜子,鱼与熊掌可兼得

在天文望远镜的设计领域,始终存在着一个“鱼和熊掌无法兼得”的问题,这就是大口径与大视场的矛盾,简单地说,就是“看得远”和“看得广”无法兼得。

位于河北兴隆县的“大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜(LAMOST),又被称为郭守敬望远镜,其最初的研制方案,正是基于解决天文望远镜大口径与大视场之间的矛盾,为中国自主研制大口径望远镜开辟道路。

LAMOST的整体结构是一台施密特反射式望远镜,来自宇宙的光线首先被一块名为MA的平面主镜反射到一块叫MB的球面主镜上,光线被汇聚到MB的焦点,在焦点上迎接这些光线的是4000根光纤,这些光纤会把来自不同方向的光线精准地导入到光谱仪中。正因为有了这4000根光纤,理论上LAMOST可以同时最多观测4000颗不同的恒星。这样就相当于获得了超级大的一个视场。因此,LAMOST并不是像传统的光学望远镜那样能拍出很漂亮的天体照片,它拍到的是天体的光谱。

此外,主动光学技术是LAMOST最核心的关键技术。所谓主动光学,就是主动改变镜片形状,克服由于重力、温度和风力造成的镜面本身形变对成像带来的影响,使成像更加清晰。一块大镜面做出精确微调是很难的。LAMOST的MA和MB主镜分别是由24块和37块六边形的小镜子拼接而成的。研发团队在每一块镜片的后面设计安装了促动器。这些促动器的作用除了承载镜面的重量外,更重要的是调整镜面的形状。

主动光学技术可以通过计算机的算法对小镜片实现千分之一毫米级的实时调整,使小镜子可以根据观测需求变形,并使各个小镜子共焦,上千个力促动器实时控制组成MA的各个小镜子,以便达到要求的形状,让成像更加清晰。

LAMOST创造性地应用多项技术,突破了望远镜大

口径与大视场难以兼得的瓶颈,还获得了一系列观测成果。2019年3月,LAMOST七年巡天光谱数据正式发布,里面包含了1125万条光谱,大约是国际上其他巡天项目发布光谱数之和的2倍。至此,LAMOST成为世界上第一个获取光谱数突破千万量级的光谱巡天项目。

HabEx 望远镜 或将用“花瓣”阻挡恒星光线

HabEx望远镜,即宜居系外行星天文台。据悉,它能够直接拍摄环绕其他恒星运行的行星。它的观测目标是从热木星到超级地球的所有类型行星,但其主要任务是观测类地系外行星。

换句话说, HabEx望远镜将试着探测环绕其他恒星运行的行星上的生命迹象。为了实现这一目标, HabEx望远镜需要阻挡恒星光线,这样才能探测到恒星周围光线昏暗的行星。

HabEx望远镜阻挡恒星光线的第一个方法是安装日冕仪,这是安装在望远镜内部的一个微小结构,它能够阻挡恒星的光线,恒星周围天体的昏暗光线将通过望远镜传感器进行成像。该望远镜拥有一个特殊可变形镜面,可以微调和谐,直至光线微弱的行星进入观察视野范围。

HabEx望远镜阻挡恒星光线的第二个方法就是使用遮星板,它位于望远镜前方,形似花瓣有足球场大小,能阻挡恒星发出的光,但允许行星反射的光照射到望远镜的仪器上。

除了观测类地系外行星这一主要任务之外, HabEx望远镜还将用于天体物理学研究,如观测早期宇宙、研究大质量恒星以超新星方式爆炸前后的化学成分等。

“中国天眼” 拥有“视网膜”和“瞳孔”

谈及天文望远镜,相信很多人都会想起位于我国贵州黔南喀斯特洼地的那口“大锅”——500米口径球面射电望远镜(FAST)。

被誉为“中国天眼”的FAST是目前全球单口径最大、灵敏度最高的射电天文望远镜,这口“大锅”的设计不同于世界上已有的单口径射电望远镜,主要体现在它的“视网膜”和“瞳孔”上。“视网膜”指反射面,“瞳孔”则指的是馈源舱。

FAST的“视网膜”是由4500块反射单元组成的主动反射面,索网结构是FAST主动反射面的主要支撑结构,它可以改变自身形态,一会儿变成球面,一会儿变成抛物面。就像水手扯动缆绳能控制风帆的方向一样,通过拉扯索网可以使这口“大锅”变向,而整个变向过程则由激光定位系统校准。

“视网膜”的设计目标是要把覆盖30个足球场范围的信号聚集在一颗小药丸大小的空间里,尽可能地监听宇宙中微弱的射电信号,而负责接收宇宙信号的是放在馈源舱内的馈源——类似一个收集卫星信号的喇叭式

装置。悬空的馈源舱酷似一颗望向宇宙的“瞳孔”,它重达30吨,被6条400多米的钢索吊起,移动范围可达200米。钢索网与馈源舱接收器中每一部分的位移都要控制在毫米级,FAST才能正常工作,“看清”宇宙奥秘。

自2020年1月11日通过国家验收以来,FAST在中性氢谱线测量星际磁场、快速射电暴、脉冲星搜索等天文前沿领域取得一系列重要科学成果。

詹姆斯·韦布太空望远镜 “蜂巢”巨镜“照”出宇宙奥秘

2021年12月25日,詹姆斯·韦布太空望远镜发射升空。作为哈勃太空望远镜的继任者,詹姆斯·韦布太空望远镜备受期待,而几经推迟终于升空的它,也不负众望地获得了许多突破性成果,让人们能够看清更遥远的宇宙深空。这些成果都得益于一个蜂巢造型的“大镜子”。

主要在红外波段观测的詹姆斯·韦布太空望远镜由光学和科学仪器、遮阳板以及被称为“航天器总线”的支持系统等部分组成,总重量6.2吨。

詹姆斯·韦布太空望远镜的光学模块采用“三反射镜消像散系统”:被主镜捕捉的红外光线要经过次镜和三级镜反射,再由精细转向镜传递到科学仪器模块。直径达6.5米的巨大主镜成为詹姆斯·韦布太空望远镜外形最亮眼之处,它由18块六边形镜片拼接而成,采集光线面积达到其“前任”哈勃太空望远镜的5倍以上。次镜由3个从主镜正面延伸出来的长臂支撑,三级镜和精细转向镜被安置在主镜中心凸起的黑色“鼻锥”内。

为使敏感的红外信号免受太空辐射干扰,詹姆斯·韦布太空望远镜需在约零下220摄氏度的低温环境中工作。它的主镜、次镜和三级镜镜片的制造材料均选用金属铍。这种金属密度低,硬度相对较高,低温下不易收缩变形。镜片表面喷涂了一层厚度仅100纳米的黄金,其目的是优化镜面反射红外线性能。

集成科学仪器模块位于主镜背面,包含近红外相机、近红外光谱仪、近红外成像仪和无缝隙光谱仪、中红外仪等设备,它们将对詹姆斯·韦布太空望远镜收集到的光线进行分析成像。

风琴形状的巨幅遮阳板位于主镜下方,为詹姆斯·韦布太空望远镜抵挡来自太阳、地球和月球的辐射。遮阳板面积接近网球场大小,设计成5层薄膜结构,材质为镀铝聚酰亚胺,距离太阳最近的外层厚度为0.050毫米,其他层厚度0.025毫米。遮阳板将望远镜分隔成分别朝向深空和朝向太阳的冷热两侧,其温差极限超过300摄氏度。

发布首批深空全彩成像、首次直接拍摄到系外行星、探测到迄今最遥远的星系、穿过层层尘埃探测星系内部情况……自发射升空以来,詹姆斯·韦布太空望远镜带给了人们太多惊喜,如今它还继续漂泊在太空中,不断探索宇宙形成之初的奥秘。

图①“中国天眼”全景图。新华社记者 欧东衢摄
图②HabEx望远镜遮星板。 NASA
图③夜空下的郭守敬望远镜。
图④詹姆斯·韦布太空望远镜主镜。 NASA

亮点追踪

◎主持人:本报记者 翟冬冬

金星火山爆发迹象终被“抓”到



金星上的玛阿特火山。NASA

金星的大小、质量和密度与地球几乎相同。因此,其内部产生热量的速度应该和地球差不多。地球释放热量的主要方式之一是火山爆发,平均每年至少有50座火山爆发。但是,在过去的几十年观测中,科学家还没有在与地球相似的金星上找到火山爆发的明确迹象。

不过,一篇发表在《科学》杂志上的文章指出,天文学家们似乎最终捕捉到了金星上一座火山爆发的迹象。

研究团队花了数百个小时,对比了“麦哲伦”号探测器在不同时期对金星部分地区拍摄的图像,以寻找金星表面可能存在的特征变化。

研究人员聚焦于火山区域,最终发现“麦哲伦”号探测器于1991年10月拍摄的金星表面图像上的细节与同年2月拍摄的图像上的细节不同。研究人员推断,这一变化的最好解释,就是在这段时间内该区域发生过火山爆发现象。

派“蜻蜓”去土卫六探寻生命起源之谜



“蜻蜓”探测器示意图。NASA

土卫六是土星最大的卫星,其拥有的富碳化学物质,可能存在的内部海洋,以及天体表面可能曾经存在的液态水,使其成为研究生命起源和地外环境潜在宜居性的理想目标。

据国外媒体报道,美国国家航空航天局(NASA)将于2027年向土卫六发射一颗探测器——“蜻蜓”,其将携带一种名为“蜻蜓质谱仪”(DraMS)的仪器,旨在帮助科学家深入研究土卫六的化学特征,观察土卫六上可能存在的有机分子以及它们在不同表面环境中的组成和分布。

为了实现这一目标,“蜻蜓”将利用土卫六的低重力和稠密的大气,在土卫六表面的不同点位之间飞行,最远飞行距离可达几公里,这使得“蜻蜓”可以在充分探索一个地点后,将其整套仪器重新安置到另一个新的地点。因此,“蜻蜓”可能将在各种地质历史环境中获取样本,帮助科学家揭示生命起源之谜。

最平静的红矮星也比太阳更“狂野”



红矮星及其行星示意图。

红矮星是银河系中最常见的恒星类型,这意味着大多数系外行星都是围绕红矮星运行的。因此,红矮星的变率(Variability)是判断其附近行星是否宜居的重要因素之一。

而红矮星并不像太阳一样“表现良好”,随着天文学家对红矮星的研究越来越深入,他们发现红矮星可能不是最好的宿主恒星:多项研究表明,红矮星可能会产生剧烈的耀斑,释放出足够强大的辐射。

但关于红矮星到底有多“狂暴”,天文学家仍有很多不了解的地方。据国外媒体报道,在一项发表于预印本网站arXiv.com的最新研究中,为了深入揭示红矮星的变率,研究人员考察了177颗红矮星样本,发现即使是最平静的红矮星也比太阳更“狂野”。研究人员发现大多数红矮星都有很大的变率,即使是最安静的红矮星,变率周期也从几年到20多年不等。

不过,研究人员也表示,由于样本数量以及其他可能存在的潜在变率等因素,此次研究也有其局限性,并不能完全揭示红矮星的变率特征。

本版图片除标注外均由视觉中国提供

一场星空童话即将上演,千万别错过

◎王科超

今年3月24日傍晚,一场美妙的星空童话——金星合月,将在天空中上演。地心所见(指在地心位置观测时的月球位置)金星在月球以北0.11度的区域,在中国、印度、非洲等地可见月掩金星。

3月24日是农历二月初三,月相呈弯弯的娥眉月,月面的9.2%被照亮,金星的亮度在-4等左右。我国中部和南部地区可以看到明亮的金星由月球暗缘(未被太阳照亮的月球边缘部分)掩入,亮缘(被太阳照亮的月球边缘部分)复出,我国北方地区则可以观察到月球从明亮的金星南部不远处穿过。

所谓月掩金星,就是月球在运行的

过程中,在视线方向上恰好遮挡住金星的现象。因为太阳系的各大行星以及月球都运行在黄道面附近,而月球的视直径达到了30角分,每个月都会绕地球运行一周,而其他行星相对运行得较慢,并且地球直径相对地月距离足够大,地球上不同区域的人们看到月球位置的视差就会很大,因此在地球某个区域看到月球遮挡住背后的行星是一个较为常见的现象。因此,月掩金星或月掩其他行星的天象并不罕见。

上一次在我国地区可见的月掩金星天象是在2022年5月27日,尽管是白天,但金星非常明亮,且与太阳的角距离并不大,借助望远镜仍然可以观测到。下一次在我国地区可见的月掩金星天象,则要等到2026年9月26日的傍晚,而且只有云

南、广西等我国西南部的省份可见。

所谓月掩金星,就是月球在运行的过程中,在视线方向上恰好遮挡住金星的现象。月掩金星时,金星会逐渐被月球边缘遮挡,从开始到完全被掩食可能要持续几十秒钟。

在我国不同的地区,月掩金星开始的时间并不相同,西部要早于东部。以南京地区为例,月掩金星的掩始内切时刻为20时59分,掩始内切时刻为20时37分,掩始外切时刻为20时38分,月落时刻约21时,因此南京地区可见此次月掩金星的全过程。

由于金星和月亮都比较明亮,因此只要天气晴朗,选择一个西方没有遮挡物的地方就可以欣赏这一天象,即使在城市中也能看到。

(作者系中国科学院紫金山天文台科普主管)

的天体,金星会逐渐被月球边缘遮挡,从开始到完全被掩食可能要持续几十秒钟。

在我国不同的地区,月掩金星开始的时间并不相同,西部要早于东部。以南京地区为例,月掩金星的掩始内切时刻为20时59分,掩始内切时刻为20时37分,掩始外切时刻为20时38分,月落时刻约21时,因此南京地区可见此次月掩金星的全过程。

由于金星和月亮都比较明亮,因此只要天气晴朗,选择一个西方没有遮挡物的地方就可以欣赏这一天象,即使在城市中也能看到。

(作者系中国科学院紫金山天文台科普主管)