

# 捕捉宇宙指纹 解码暗黑宇宙

## JUST 光谱望远镜向未知发问

上海交通大学 JUST 团队

人类对宇宙的认知,始于仰望星空,成于“看见”细节,而升华于“解读”光背后的秘密。从伽利略用望远镜发现月球环形山和木星卫星,到哈勃观测到星系红移、证实宇宙膨胀,每一次观测工具的革新,都并非简单的视野延伸,而是一次对既有“视界”与思维疆界的重塑。

当我们于静谧之夜,沉醉于璀璨星河的视觉诗意时,一个更惊人的事实是:那些闪烁的璀璨星光,竟只占据宇宙总物质的不到5%。而宇宙中超过95%的成分,是那神秘未知的暗物质与暗能量,宛如悬挂于物理学圣殿之上的两颗幽邃谜团,在轻轻叩问人类认知的边界。暗物质通过引力塑造星系结构;暗能量则以反引力的形式推动宇宙加速膨胀。理解它们,很可能将引发继相对论和量子力学之后的又一次物理学革命。

全球科学家为此奋斗了数十年。从深埋地下的直接探测实验,到遍布全球的间接观测网络,一代代科学家接力前行。但人们至今仍未能直接探测到暗物质,对暗能量的本质也知之甚少,这也催生了新一代国际观测计划:美国的 DESI 计划、欧洲的 Euclid 空间望远镜、日本的 Subaru-PFS

等,都在瞄准宇宙的奥秘、不断探索。

在这场全球参与的宇宙解密竞赛中,中国天文学正迎头赶上,但在地面光学光谱观测能力上,仍与国际先进水平存在差距。国内已运行的郭守敬望远镜(LAMOST)在恒星光谱巡天方面成就突出,墨子巡天望远镜(WFST)则专注于图像巡天与时域天文观测。预计2027年发射的中国空间站巡天空间望远镜(CSST)将在星系成像领域实现突破,但由于其光谱分辨率有限,仍需地面大型光谱望远镜的协同观测,才能精确测定遥远星系的距离与运动状态。

正是在这一关键背景下,JUST 望远镜项目应运而生。它不仅是我国“空一地”协同观测体系的重要一环,还将以卓越的光谱观测能力,深度解读宇宙的结构与演化。

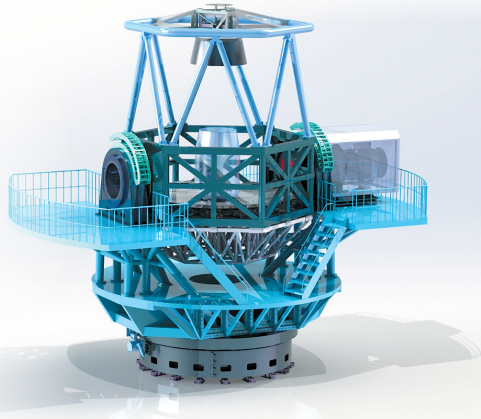
JUST 是一台4.4米口径的光谱望远镜,部署于青海冷湖赛什腾山天文观测台址。这里大气洁净、夜空黑暗,是世界一流的天文观测圣地。光谱如同宇宙的“指纹”,每一束穿越亿年的光,都编码着暗物质的分布痕迹与暗能量的膨胀印记。JUST 正是为了捕捉这些宇宙指纹而打造——通过获取数千万星系的光谱,解读宇宙的深层脉动。

JUST 的核心科学目标,是探究暗能量的本质。与国际同类设备相比,JUST 将具备全球最高的光纤定位密度,焦面上可同时放置超过2000根光纤,相当于2000只“宇宙触手”,能一次性捕获密集天区的光谱。例如,当前DESI巡天在星系团区域的观测覆盖率仅10%—20%,而JUST有望将其提升至90%以上,从而在星系团与暗能量研究方面实现突破。

与此同时,WFST、CSST等望远镜均以大视场图像巡天为主,预期会发现大量具有重要科学价值的暂现源等候选目标天体,JUST 将为这些目标提供高精度光谱观测,揭示其物理本质,构建从发现到精测的高效观测体系。

JUST 望远镜采用4.4米拼接镜面与双焦点光学设计,支持快速切换巡天与后随观测模式。其三大终端:多目标光纤光谱仪、长缝光谱仪与高分辨光谱仪,将分别致力于揭示暗黑宇宙、追踪动态宇宙、探测系外宜居行星。

未来5年内,JUST 计划观测上千万星



系,绘制精细的宇宙三维地图,精确测量宇宙膨胀历史。凭借顶级台址与先进技术,JUST 将开展我国自主大规模星系光谱巡天,推动中国天文学从“数据消费者”迈向“宇宙解读者”。

作为JUST 团队的一员,我们深知探索之路充满挑战。但我们站在冷湖之巅,不仅是为了建造一台望远镜,更是为了在此树起一座向未知发问的灯塔。这条通往宇宙最深暗处的道路,我们诚邀每一位怀揣星空梦想的人,一同见证。

从佘山到星海——中国天文自强之路

中国科学院上海天文台副研究员 张佳骏

上世纪初,坐落于上海佘山山顶的望远镜曾是著名的“远东第一镜”,那台从法国采购的设备,见证了我国近代天文学的起步。百年间沧海桑田,当中国人能够设计制造与国际先进水平比肩的天文设备,意味着中国人站在了挑战人类认知边界的潮头,代表人类向宇宙发出天问:“我们从何处来,又将往何处去?”

### 横跨地月的大收音机

射电望远镜,实际上就是一个巨大的收音机,聆听来自宇宙的无线电波。FAST“中国天眼”的建成,实现了我国射电天文从跟跑到领跑的跨越。未来,它还将与多个40米射电望远镜组成FAST核心阵,看得更远也更清。利用甚长基线干涉测量技术(VLBI),中国VLBI网(佘山、日喀则、昆明、长白山等站点)为嫦娥、天问等任务提供高精度测轨支持。2025年,月轨VLBI试验LOVEX已成功探测到干涉信号。未来的“鸿蒙计划”将在月轨布设卫星阵列,捕捉宇宙第一缕曙光的线索。

### 工厂生产的火眼金睛

光学观测是最原始的观测手段,人类使用肉眼观测天空并记录天象已有数千年的历史,现代化的技术为我们带来了神话传说中的火眼金睛。郭守敬望远镜(LAMOST)以大规模光谱获取能力著称,数据向全球开放。正在生产中的中国空间站巡天望远镜(CSST),其大视场、高分辨率的观测能力,将实现紫外至可见光波段的全天巡天,绘制精度比肩哈勃望远镜的宇宙全景图。未来的地球2.0计划,则瞄准系外行星,寻找潜在的“第二地球”。



25米射电望远镜 汤海明 摄



佘山天文台40厘米双筒折射望远镜 汤海明 摄

### 指向深空的医疗器械

X射线、 $\gamma$ 射线等高能射线作为医院里的常见诊疗手段,在太空中也可以用来监测深空天体的一举一动。“慧眼”卫星(HXMT)是中国首颗空间X射线天文卫星,观测了中子星、黑洞等极端天体的活动。“悟空”卫星(DAMPE)是中国研制发射的首颗空间暗物质粒子探测卫星,可以从高能宇宙射线和 $\gamma$ 射线中筛查出暗物质的蛛丝马迹。“天关”(爱因斯坦探针EP)专精监测宇宙X射线暂现源。未来的eXTP将具备国际领先的灵敏度,成为解码极端物理的旗舰级平台。

### 全域联动的感知网络

现代天文学已进入多信使时代,我们正在为宇宙建立一套由引力波、中微子、宇宙线等多种“传感器”构成的物联网。“拉索”(LHAASO)是青藏高原上的超高能“宇宙线捕捉阵列”,持续刷新着人类观测到的粒子能量上限。迈向深海,“海铃计划”旨在布设中微子探测器,探测来自宇宙深处的幽灵信号。仰望星空,“天琴”“太极”等计划则致力于构建空间引力波探测阵列,直接聆听黑洞并合等事件激起的时空涟漪。这套多信使感知网络的建成,将使我们获得理解宇宙的完整感官。

从佘山之巅的“远东第一镜”,到如今的国家之重器集群,中国天文走过了一条从学习、追赶,到并跑乃至局部领跑的艰辛自强之路。这背后,是跨越百年的“天问”精神传承。然而,探索宇宙边疆的竞争是全球最顶尖智慧的角逐,我们面前是欧美数个已布局多年的下一代巨型项目。我们曾错失海洋,但绝不能错过星空。唯有持续投入、开放合作、勇闯无人区,方能在这场关乎人类未来的竞争中,牢牢占据一席之地。

今年,别忘了仰望星空

本报记者 郢阳

2026年,“星空剧场”好戏不断,我们有足够多的理由仰望星空!

今年全球将会发生2次日食和2次月食。其中,仅3月3日的月全食我国境内可见,北京时间8月13日的日全食则是全球瞩目。

3月3日夜间的月全食我国境内可见,算是连续第二年有月全食了。不过,除了黑龙江抚远市外,全国大部分地区只能看到“带食月出”,且越向西,观测到的过程越短。

今年全年将出现两次“超级月亮”。“超级月亮”在天文上被称作近地点满月,即月球经过近地点附近时出现的满月。此时的月亮看起来比平常更大更亮,通常比最小满月大14%左右,亮度高出30%。

第一场“超级月亮”将于11月24日现身;年度最大“超级月亮”将出现在临近岁末的12月24日。此外,今年最小满月发生在5月31日16时45分,此刻月亮距离地球406135公里。

除“超级月亮”外,2026年还将迎来一次“蓝月亮”。所谓“蓝月亮”并非肉眼可见的蓝色月亮,而是天文历法中的一种概念——当同一个自然月内出现两次满月时,第二次满月便被称为“蓝月亮”。这一现象平均每2.4年出现一次,有些年份不会出现,有些年份则可能出现两次。今年5月将出现两次满月,分别为5月2日和5月31日,其中5月31日的满月即被称为“蓝月亮”。

有意思的是,今年元宵夜的月亮很圆,而中秋夜的月亮不够圆,甚至要等到第二天(农历八月十六)半夜才能见到真正的满月。

今年有四场流星雨尤为值得关注,分别是1月4日象限仪座流星雨、5月6日宝瓶座 $\eta$ 流星雨、8月13日英仙座流星雨和12月14日双子座流星雨。

年初的象限仪座流星雨已于1月4日清晨上演,但恰逢满月,月光干扰严重,整体观测条件并不理想;5月6日的宝瓶座 $\eta$ 流星雨是全年“第四大流星雨”,极大出现在当日下午,观测条件同样不理想。

因此,2026年最值得期待的流星雨当数英仙座流星雨。它发生在新月前后,几乎不受月光影响,而且它恰好出现在日全食期间。而下一次“日全食+流星雨”组合要等到2045年。今年的双子座流星雨同样拥有不错的月相条件,极大预计出现在12月13日22时左右,十分适合普通公众和小朋友欣赏。