



## “夸父”升空与“羲和”共同逐日

# 中国初步建立综合性太阳观测网

◎本报记者 张晔

10月9日上午,我国综合性太阳探测卫星“夸父一号”,在酒泉卫星发射中心搭乘长征二号丁型运载火箭发射升空,卫星顺利进入预定轨道,发射任务取得圆满成功。

“夸父一号”的中文全称为先进天基太阳天文台(ASO-S)。它是中国科学院空间科学先导专项继“悟空”“墨子号”“慧眼”“实践十号”“太极一号”“怀柔一号”之后,研制发射的又一颗空间科学卫星,实现了我国天基太阳探测卫星的跨越式突破。

中国科学院紫金山天文台研究员、先进天基太阳天文台首席科学家甘为群表示,“夸父一号”作为我国综合性太阳探测专用卫星,将实现3个首次:国际上首次以“一磁两暴”作为科学目标并配置相应的载荷组合;国际上首次在一颗卫星平台上对全日面矢量磁场、太阳耀斑非热辐射成像、日冕物质抛射的日面形成以及日冕传播同时进行观测;国际上首次在莱曼阿尔法波段实现全日面和日冕同时观测。

去年我国发射了第一颗探日卫星“羲和号”,此次“夸父一号”也顺利升空。尽管“夸父”与“羲和”的观测任务不尽相同,但它们或将成为我国科学家“追日”的最强搭档。

### 主要任务是观测“一磁两暴”

太阳是距离地球最近的恒星,人类对这颗耀眼的“火球”充满了好奇。

“从研究自然规律、自然科学的角度来说,太阳是一个非常好的天然物理‘实验室’,除了太阳内部的物理过程外,太阳的表面、大气、磁场、结构、波动、全波段辐射、等离子体、流体规律等都值得观测研究。”甘为群说。

关于太阳,普通人最为关心的问题总是绕不开太阳会对地球造成的影响。

2003年万圣节期间,太阳爆发了一次强磁暴,使欧美的一系列科学卫星都遭受了不同程度的损害,导致全球卫星通信受到干扰,全球定位系统受到影响,定位精度出现了偏差,致使地面和空间一些需要即时通信和定位的系统出现不同程度的瘫痪。

究其原因,就是太阳发射出大量带电高能粒子,对地球电磁环境造成严重破坏。

“太阳表面看起来很平静,其实很活跃。原因在于太阳有磁场,而且磁场超级乱。当磁场在太阳表面聚集,就会形成太阳黑子。太阳黑子容易引起日珥、耀斑和日冕物质抛射等太阳暴发现象。”甘为群

介绍,太阳一发威,就会对地球造成不小的影响。不仅身在太空的航天员会面临危险,还会造成地球电力系统损坏、通信系统瘫痪……

太阳活动11年为一周期,根据推算,2024—2025年是太阳活动第25周峰年。甘为群表示,“夸父一号”将以太阳活动第25周峰年为契机,详细记录这期间的“太阳风暴”。简言之,它的主要科学目标就是4个字:“一磁两暴”。所谓“一磁”就是太阳的磁场,“两暴”就是太阳上两类最剧烈的暴发现象——耀斑和日冕物质抛射。

“观测和研究太阳磁场、耀斑和日冕物质抛射的形成,以及它们的关联和相互作用,可以及时预报太阳暴发对人类的影响,为空间天气预警提供支持。”甘为群解释。

据计算,一旦太阳发生日冕物质抛射等现象,科学家可以在它影响地球的至少40个小时前得到信息,从而及时做出防护,避免可能造成的损失。

“观测和研究太阳磁场、耀斑和日冕物质抛射的形成,以及它们的关联和相互作用,可以及时预报太阳暴发对人类的影响,为空间天气预警提供支持。”甘为群解释。

据介绍,一旦太阳发生日冕物质抛射等现象,科学家可以在它影响地球的至少40个小时前得到信息,从而及时做出防护,避免可能造成的损失。

“观测和研究太阳磁场、耀斑和日冕物质抛射的形成,以及它们的关联和相互作用,可以及时预报太阳暴发对人类的影响,为空间天气预警提供支持。”甘为群解释。

### “夸父”与“羲和”各有千秋

近年来,太阳物理研究这个领域非常热,我国去年发射了“羲和”,现在又有“夸父”,这两颗探日卫星的区别在哪里?

据悉,去年10月份发射的“羲和号”卫星全称为太阳H $\alpha$ 光谱探测与双超平台科学技术试验卫星,主要是从技术上验证卫星“双超”平台,就是利用高精度指向和指向稳定度这两个指标开展试验。

H $\alpha$ 波段地面望远镜也可以观测,但是在太空进行观测更有利,“羲和号”上搭载的望远镜可以连续对太阳进行观测,还克服地球大气抖动等带来的一系列问题,能在短时间内光谱扫描全日面,在扫描的波长范围里可以对每一个光谱点进行成像,其科学目标是太阳色球动力学。

“而‘夸父一号’是专门为观测太阳而提出的,完全以科学目标为牵引的空间科学卫星计划,所以‘夸父’被归类为空间科学卫星,它在科学目标、观测对象、观测波段等方面与‘羲和’完全不同。”甘为群说。

科技日报记者了解到,“夸父一号”携带了3台仪器载荷,分别是专门观测太阳磁场的全日面矢量磁像仪,专门观测太阳耀斑的太阳硬X射线成像仪,专门观测日冕物质抛射的莱曼阿尔法太阳望远镜,该望远镜也帮助“夸父一号”首次实现莱曼阿尔法波段全日面和近日冕同时观测。

这3台仪器各有自己的“独门武功”。全日面矢量磁像仪是我国第一台空间太阳磁场测量设备,其时间分辨率相对较高,可实现全日面光球矢量磁场的持续观测,与国际同类载荷相比具有更高的磁场测量灵敏度和时间分辨率。

硬X射线成像仪用于对太阳耀斑非热辐射探测,比国际同类仪器探头数目要多,有99个探测器,能实现高分辨成像,还有大动态范围高速电子学读出技术,确保了“夸父一号”对高级别耀斑暴发的探测能力。

莱曼阿尔法太阳望远镜是我国第一台空间莱曼阿尔法太阳望远镜,不仅可以实现对太阳从日冕到内日冕的无缝观测,还具备自动监测太阳耀斑暴发的能力,并且其观测模式能够自主转换。同时,莱曼阿尔法谱线本身也是一个新的观测波段窗口。

将在距离地面720千米的太阳同步轨道上至少服役4年的“夸父一号”,可以称得上是“工作狂”,在全年的绝大部分时间内,可以24小时不间断对太阳进行观测。仅仅在每年5月至8月,每天会有短暂的时间进入地球阴影,“休息”最长的一天也不超过18分钟。它每天将产生大约500吉字节的数据量,通过地面支撑系统和科学应用系统的处理后向全球开放,数据共享。

因此,我国发射的两颗探日卫星各有侧重,将共同提升我国在世界太阳物理研究领域的国际影响力。

### 可探测太阳大气各层次

20世纪60年代以来,世界各国已经先后发射了数十颗太阳探测相关卫星进入太空。

在这场“群雄逐日”的国际太阳探测热潮中,我国在太阳物理学上的研究并未缺席。甘为群介绍,我国对于太阳物理的研究在国际上的地位很高,2010年中国在太阳物理领域发表论文的总量已位居世界第二。

去年发射的“羲和号”可以称为我国探日工程的“探路者”,而“夸父一号”则是观察太阳的多面手,它可以从紫外线、可见光和X射线波段等对太阳进行观测。

“从去年开始,可以说我国正式进入了空间探日时代。”北京大学地球与空间科学学院教授、中国科学院太阳活动重点实验室主任田晖介绍说,除了上述两颗卫星外,去年夏天发射的气象卫星风云三号E星上搭载了一台太阳X射线极紫外成像仪,首次实现了我国空间日冕探测;今年夏天发射的中国科学院空间新技术试验卫星上搭载的46.5纳米极紫外太阳成像仪首次实现了我国对太阳过渡区的探测。

田晖表示,我国已实现对太阳大气各个层次的探测。配合地面望远镜在可见光、红外和射电波段的探测,我国已初步建立综合性的太阳观测网。

## 天闻频道

### 嫦娥五号月球样品研究获新进展

科技日报讯(记者陆成宽)近日,记者从中国科学院国家天文台获悉,基于嫦娥五号月球样品的实验室分析结果,并结合遥感探测数据,中国科学院国家天文台研究员李春来、刘建军领导的研究团队,通过将月球返回样品的实验室光谱、X射线衍射和电子探针分析结果与以往获取的月球样品进行对比,证明嫦娥五号月壤的光谱特征主要是由其富含的富铁高钙辉石引起的,而非此前遥感探测推断的橄辉岩富集。相关研究成果在线发表于《自然·通讯》杂志。

“我们的研究解答了过去对月球晚期玄武岩遥感光谱解释的疑惑,纠正了月球晚期玄武岩独特遥感光谱特征的物质成分解释结果。”李春来告诉科技日报记者。

基于以往地基望远镜和月球轨道器遥感光谱数据,研究学者曾经普遍认为,月球正面西部晚期月海玄武岩覆盖的区域富含橄辉岩。这种富含橄辉岩的矿物学特征是理解月球晚期玄武岩成因的重要因素。

然而,由于缺乏实际样品,这一推论的正确性一直无法得到证实。嫦娥五号任务采集的月球样品,为解答这一问题提供了宝贵的机会。

“由于富铁高钙辉石晶体结构的特点,其在光谱特征上与月球上常见的橄辉石光谱相近,加之国外历次月海采样任务鲜有以富铁高钙辉石为主的月球样品,导致了月球晚期玄武岩独特的遥感光谱特征常常被错误地解释为橄辉岩富集所致。”李春来说。

研究团队的进一步分析显示,月表其他被认为是晚期玄武岩覆盖的区域与嫦娥五号着陆区有着相似的光谱学和地球化学特征。这说明,它们可能具有与嫦娥五号样品相似的岩石矿物学组成,都应以富铁的高钙辉石为主。

李春来表示,这项研究对回答月球晚期玄武岩物质组成的问题,深化对月球热演化历史,特别是月球晚期火山活动特点的认识具有重要意义。

### 宇宙第一代恒星残留痕迹或被发现

新华社讯(记者钱铮)日本天文学家参与的一个国际团队在新一期美国《天体物理学杂志》上发表论文说,他们可能发现了宇宙诞生初期的第一代恒星在“生命”最后阶段发生超新星爆炸所留下的痕迹。这将成为研究“婴儿期”宇宙的重要线索。

第一代恒星由宇宙诞生时的大爆炸所产生的氢、氦等较轻的元素组成。随着第一代恒星发生超新星爆炸,一些较重的元素扩散到宇宙中,成为形成第二代恒星的“原料”。由于第一代恒星诞生很早,寿命很短,目前的观测手段还无法获得有关直接证据。

在本项研究中,研究人员借助类星体进行观测分析。因为类星体中心有一个巨大的黑洞,当黑洞吞噬周围物质时会发出能量,导致类星体非常明亮,其周围的气体也容易被观测到。

研究团队观测分析一个约131亿年前的类星体附近的气体时发现,其中铁元素含量是镁元素的10倍以上,与太阳中的铁镁元素比例相比明显异常。他们认为,这种异常的元素丰度比例无法用典型的超新星爆炸来解释。

经相关计算,研究人员推断这些气体是一颗质量约300倍于太阳的恒星发生“成对不稳定超新星”爆炸留下的痕迹。而对类星体年龄分析后,他们认为发生这种巨大超新星爆炸的恒星是宇宙诞生后的第一代恒星。

宇宙被认为诞生于距今约138亿年前的一次大爆炸,这次研究人员找到了宇宙诞生后仅7亿年时第一代恒星留下的痕迹,将为人们探索第一代恒星的真相、研究“婴儿期”的宇宙提供线索。



### 暗夜星空有了法律保护

科技日报讯(记者张鑫)近日,记者从《海西蒙古族藏族自治州冷湖天文观测环境保护条例》(以下简称《条例》)新闻发布会获悉,为保护冷湖赛什腾山天文观测基地及周边的天文观测夜间光环境,《条例》将于2023年1月1日起正式实施。《条例》是我国首部光学天文观测环境保护条例,也是首部关于暗夜星空保护的地方性法规,属于新兴领域立法和特色精细立法,为国内首创。

“优质的光学天文观测台址是极其宝贵的国家战略性稀缺资源,优质的暗夜星空和达到国际一流天文观测条件的净空资源是青海海西州在山水林田湖草沙冰之外急需重点保护的优质自然资源。所以,通过立法的形式保护冷湖地区的天文观测环境非常有必要。”青海省海西州人大常委会党组书记、主任才让太说。据悉,《条例》共22条,包括立法目的和依据、区域划定、适用范围、设施管理、部门职责、法律责任、罚则等内容。《条例》将冷湖天文观测环境区域划分为暗夜保护核心区、暗夜保护缓冲区,重点是保护夜间光学观测环境,并没有“一刀切”地限制保护区内的正常生产生活。

海西州人大常委会副主任赵秀丽表示,《条例》的颁布实施将充分释放地方性法规“小快灵”、“小切口”解决“大问题”的法律功效,将有力助推和保障国家天文科学装置的设置及天文观测事业的发展。



本版图片由视觉中国提供

# “迟到”的光让我们可以一睹宇宙过去的样子

◎实习记者 苏菁菁

近日,我国龙虾眼X射线探测卫星成功获得一批天体的X射线实测图像和能谱,这是国际上首次获得并公开发布的宽视场X射线聚焦成像天图。该望远镜上的微孔龙虾眼镜片以及CMOS(一种图像感光元件)探测器均为中国自主研发。

事实上,即便凭借如此厉害的“龙虾眼”,科学家通过望远镜看到的也只是天体过去发出的光。

正如台灯,远如星辰,所有我们看到的光都需要一定时间才能照进人眼,也正因此,我们有机会可以一睹宇宙过去的样子,探寻宇宙演化历程。

### 为何我们难以看清遥远星系的光

宇宙中最古老天体的光,传播时间也最久,那么为何我们仍然难以发现它们?

“根据哈勃定律,我们所处的宇宙一直在膨胀,这些遥远的星系都在以一定的速度远离我们,这个速度和星系到地球的距离成正

比。因此,星系在1亿年前发出的光,传播到地球经过的‘路程’,就不止1亿光年。而距离我们越远的光源,光芒就会越黯淡,因此我们很难在茫茫宇宙中看清这些‘微光’。”北京大学物理学院天体物理研究所博士傅煜铭说。

此外,遥远星系发出的光到达地球的路途十分漫长,其间要经历很多“艰难险阻”,例如光可能会被传播过程中所遇到的尘埃和气体等物质吸收。同时,对遥远星系的探测还会受制于仪器设备的灵敏度。“如果光被仪器捕捉到时,它的信号和噪声水平差异不大,我们就很难把信号从噪声里面分辨出来,也就无法实现探测。”傅煜铭说。

中国科学院国家天文台研究员苟利军表示,来自遥远星系的光可能会在辐射强度、颜色与性质等方面发生变化,“例如一个天体的光可以向四面八方进行传播,但光的接收面积是有限的。也就是说,距离变远,光的辐射强度在单位面积上会变小;距离变近,光的辐射强度会在单位面积上变大。”

由于宇宙在不断膨胀,所以越是早期宇宙发出的光,其对应的光谱线波长就会被宇宙膨胀拉得越长,这一现象被称为“红移”,天文学家经常用红移来标记宇宙学意义上的“时间”。

此外,苟利军还表示,对于人类而言,通过望远镜捕捉到的最古老的光是有极限的,这个极限所对应的宇宙年龄是38万年。也就是说,我们最早可以看到宇宙在38万岁时发出的光。当然,以目前天文望远镜的观测能力,还远达不到这个极限。

“红移1100附近,是宇宙微波背景辐射发出的时间,其对应的宇宙年龄是38万年。在这个时间点前,宇宙是一团热的等离子体,光线的组成要素——光子与自由电子、质子发生散射,所以不能自由穿越宇宙;在质子和电子结合形成中性氢原子之后,光子也与物质退耦,光子能穿越的距离大大变长,宇宙变得透明,我们才能看到天体发出的光。”傅煜铭说。

### 多信使天文学研究助力揭示宇宙奥秘

“对于人类而言,虽然我们看不到同一星系从形成至今的演化历程,但我们可以看到很多星系在不同阶段的发展状态,这些对于更好地理解我们所处的银河系有着重大意义。”傅煜铭说。

而这些,需要借助更加灵敏的天文望远镜

来实现。

自1609年伽利略利用自制望远镜仰望星空以来,400多年的宇宙探索史中凝结着全人类的努力。1990年,哈勃空间望远镜成功发射,依托于它产生的海量科研成果刷新了全人类对宇宙的认知;2016年,被誉为“中国天眼”的500米口径球面射电望远镜建成,有望接收到宇宙诞生之初天体发出的电磁信号;2021年哈勃空间望远镜的“继任者”詹姆斯·韦布望远镜顺利升空,其高出哈勃空间望远镜百倍的灵敏度将帮助人类探寻宇宙的更深处;计划于2023年发射的中国大型巡天空间望远镜,将与空间站共轨飞行,带来全景式宇宙高清图……

除了光以外,我们还可以通过多种方式研究宇宙,中微子、引力波与宇宙线也都携带着天体信息,是宇宙天体派出的“信使”。苟利军说,这种结合多种渠道研究宇宙的方式,就是多信使天文学研究。通过中微子与引力波,我们可以了解天体的内部活动;通过宇宙高能粒子,我们可以探究宇宙早期的物理现象……

随着更多更强大天文观测设备的建成,人类将一步步揭示宇宙演化的奥秘,了解我们从何而来,又将去往何处。