

「问天」出征，这些看点不容错过

◎樊萍 李同
本报记者 付毅飞 史诗

2022年7月24日，长征五号B遥三运载火箭在文昌航天发射场成功将我国空间站问天实验舱精准送入预定轨道，发射任务取得圆满成功。

发射只是开始。记者从中国航天科技集团八院（以下简称八院）了解到，接下来问天实验舱将实施在轨组装建造计划。其中，这些看点不容错过。

看点一：国内最大单体航天器

问天实验舱全长17.9米，发射质量23吨，由工作舱、气闸舱及资源舱三部分组成，是目前国内最大的单体航天器。

问天实验舱配置了与核心舱一样的航天员生活设施，将来可以与核心舱一起，接受两艘载人飞船轮换期间6名航天员共同生活。

未来天宫空间站建成后，问天实验舱的气闸舱将作为航天员进行舱外作业的主要出舱口；同时，问天实验舱还具备对空间站组合体的管理和控制功能，也就是说在核心舱平台功能出现故障时，它可以接管对空间站组合体的操作，从而在整体上提高空间站的可靠性。

与天和核心舱相比，问天实验舱更重、更大，具备了超万瓦级供电能力、千兆级信息传输能力。作为航天员未来在空间站内进行空间生命科学的主要基地，问天实验舱的工作舱更为宽敞，舱内配置了多台科学实验柜，将有力推动我国在生命生态、生物技术和变重力科学等科技领域的研究。

看点二：国内最大太阳翼

随着更多的科学实验任务的开展，空间站载荷供电需求也成倍增加。为此，问天实验舱配置了目前国内研制面积最大的可展收柔性太阳翼，单翼全展开状态下长27米，面积达138平方米。不管是展开面积还是供电能力，全新升级的“2.0版柔性太阳翼”都是天和核心舱太阳翼的两倍之多。双翼超万瓦级的供电，能让空间站基本实现“用电自由”。

该太阳翼还将以全新方式“亮相”。为避免交会对接时的碰撞对太阳翼造成冲击损伤，此次太阳翼的展开将分两步共7个环节进行，全程历时80分钟。展开、锁紧、再展开、再锁紧……问天实验舱太阳翼将在太空中刚柔并济、收放自如，展现其“高可靠可重复展收”的硬核技术。

看点三：对日定向装置

受太阳入射角和空间站飞行姿态的影响，太阳翼的发电效率会因时段不同、姿态不同而产生相应变化。

为了让太阳翼能24小时保持最高发电效率，问天实验舱首次尝试让太阳翼双自由度同时转动，确保每一缕阳光都垂直照射在太阳翼上。

为了实现这一技术，八院自主研发出我国目前设计规模最大、连续工作寿命最长、传输功率最高的大型回转运动类空间机构产品——对日定向装置。有了它，空间站将实时捕捉每一道阳光，保证源源不断的能量供给。

看点四：国际上首次平面转位动作

在轨运行期间，问天实验舱将完成我国首次在轨大惯量转位动作，即通过平面转位90度，让原本对接在节点舱前向对接口的问天实验舱，转向节点舱的侧向停泊口并再次对接，从而腾出前向对接口，为梦天实验舱的“到访”做好准备。

这将是我国首次航天器在轨转位组装，也是国际上首次以平面式转位方案进行航天器转位的探索尝试。

转位过程中，问天实验舱将通过安装在舱体上的转臂与核心舱上的转位基座，在对接机构的密切配合下，上演惊心动魄的“太空大片”。

看点五：多功能“太空资源仓库”

外壁两侧挂着1.2吨重的太阳翼、头顶着近1吨的对日定向装置、肚中还装着近2吨重的推进燃料储箱……这个承担着多重使命的“太空仓库”，就是位于问天实验舱最顶端的资源舱。

资源舱看起来又高又瘦，但为了保证各种重要设备的可靠安装，八院为其锻造了一副坚韧的“钢筋铁骨”，让原本只作为能源中心的它能够身兼多职，为空间站的在轨建造及后续运行保驾护航。

环控生保系统

为航天员进入科学实验舱“打前站”

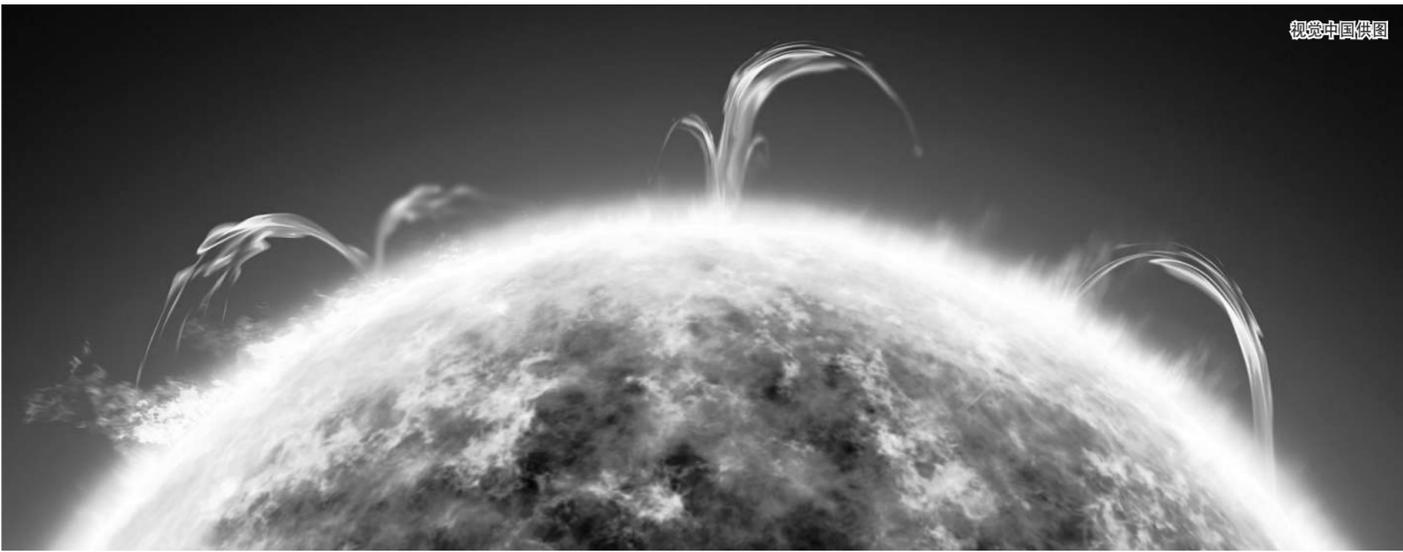
◎占康 本报记者 付毅飞 史诗

据中国载人航天工程办公室消息，神舟十四号航天员乘组于7月25日10时03分成功开启问天实验舱舱门，顺利进入问天实验舱。这是中国航天员首次在轨进入科学实验舱。后续，将按计划开展组合体姿态融合控制、小机械臂爬行和大小臂组合测试等在轨工作，并利用问天舱气闸舱和小机械臂进行航天员出舱活动。

航天中心问天实验舱环控生保分系统主任设计师罗亚斌介绍，航天员首次进驻至少需要以下步骤：首先是提前启动舱内的有害气体净化功能，调整舱内的压力、温度湿度和风速等，建立满足进入条件的环境；二是要检查天和核心舱和问天实验舱的对接位置、对接过道是否密封完好，然后充气，确保天和核心舱、过道和问天实验舱的压力一致，才可以打开舱门。

以上操作，离不开环境控制与生命保障（以下简称环控生保）系统。自我国载人航天工程立项启动，环控生保事业得到了蓬勃发展，从神舟飞船到中国空间站，可以说环控生保是载人航天最具特色和代表性的一个分系统。

罗亚斌介绍，此次问天实验舱搭载的环控生保系统，完整备份了天和核心舱的环境控制、生命保障功能、再生生保功能，以及目前正在验证的二氧化碳还原功能。再生生保功能包括去除航天员呼吸代谢产生的二氧化碳，通过电解水给航天员提供呼吸用氧，去除舱内产生的各种微量有害气体，对收集的尿液和冷凝水进行循环再利用，以及利用废气中氢气和二氧化碳浓缩还原产生更多的水。这些功能可以大大减少上行补给需求，保障航天员在空间站长期驻留、健康生活。



太阳“发脾气”为何还有个周期？

◎本报记者 唐芳

据悉，中国首颗综合性太阳探测专用卫星“先进天基太阳天文台”（ASO-S）将于今年10月择机发射。利用第25个太阳活动周的契机，ASO-S以“一磁两暴”为科学目标，对太阳耀斑、日冕物质抛射和全日面矢量磁场开展同时观测，为严重影响人类正常生活的空间灾害性天气预报提供支持。

从250年太阳黑子记录中总结规律

太阳平日里并不“安静”。中国科学院国家空间科学中心研究员颜毅华介绍，太阳上会出现黑子、耀斑和日冕物质抛射等太阳爆发活动导致的瞬变现象。此外，太阳还会持续不断地往外“吹”出高温带电粒子流，即太阳风。

“太阳黑子是太阳活动的基本标志。”谭宝林说，黑子像太阳“脸上的痣”。但实际上，一个中等黑子的大小就和地球差不多，而且黑子本身并不黑，只是温度比太阳光球层低而显得黑。现有研究表明，黑子的这种低温是强磁场所致，其磁场强度大约比地球磁场大1万倍。

1610年，意大利天文学家伽利略用天文望远镜观测到了太阳黑子。到了1851年，德国天文学爱好者施瓦贝通过17年的连续观测及绘图，发现太阳黑子数存在10年左右的周期。

受施瓦贝的启发，瑞士苏黎世天文台台长沃尔夫经过分析整理，获得了超过250年的太阳黑子记录。沃尔夫发现，当太阳黑子数或黑子群增多时，太阳活动现象如日珥、耀斑等也相应地增强。因此，沃尔夫提出，太阳黑子数可以代表太阳活动的平均水平。

太阳活动周期还无法准确预报

驱动太阳产生磁周期的原因是什么？这一问题被《科学》杂志列为125个最前沿的科学问题之一。

“恒星尺度上的磁场如果自然衰减，需要100多亿年的时间。但是太阳南北两个半球的黑子磁极是相反的，还存在22年的磁极转换周期，即每11年磁场极性反转一次。这显示太阳不是一颗普通的恒星，它的磁场不是自然衰减。”颜毅华说。

为揭示太阳磁场的起源，1955年美国天体物理学家帕克提出太阳发电机理论。谭宝林解释，太阳是一个快速旋转的等离子体“大火球”，等离子体是良导体，其内部物质的运动有

“目前我们处在第25个太阳活动周的上升期，太阳活动日益频繁。今年下半年是对太阳开展系统深入观测的最佳窗口期之一。”中国科学院国家天文台研究员谭宝林对科技日报记者表示。

科学家普遍认为，太阳活动周期大约为11年。那么科学家是如何发现这个规律的？太阳活动为什么会有周期性？太阳活动周期对于太阳科学观测和日常生活有何影响？

沃尔夫还观测到，太阳黑子数随时间呈周期性变化，短则9年，长则接近14年，平均约为11.1年。他将1755年至1766年命名为第1个太阳活动周。据此，目前我们处在第25个太阳活动周的上升期。

随后，德国天文学家斯波勒发现，太阳黑子出现的纬度位置随太阳活动周也呈现出周期性变化，这就是斯波勒定律。每一个太阳活动周开始时，黑子出现在太阳南北半球纬度30度至45度附近，随着太阳活动周的发展，黑子逐渐向赤道靠近。在太阳活动周的极大年（黑子数量最多的年份），黑子群主要出现在太阳南北纬15度附近；而在活动周的末期，黑子群则主要出现在太阳南北纬8度附近。

1904年，英国天文学家蒙德夫妇将太阳黑子在日面纬度的分布变化过程绘制成图，图中的太阳黑子分布呈蝴蝶状。

颜毅华介绍，1908年，美国天文学家海耳发现太阳黑子是太阳上的强磁场区域，第一次证实了宇宙天体中磁场的存在，也揭示了太阳活动是由太阳磁场引发的。

可能在局部区域形成电流，而电流又可以形成感生磁场，这个过程被形象地称为太阳发电机过程。太阳发电机理论是解释地球、太阳和其他天体磁场起源的理论基础。

“太阳发电机理论不仅能说明太阳磁场的起源，而且能解释22年的磁周期，还与黑子‘蝴蝶图’的纬度分布以及观测结果能够较好地吻合。但是该理论目前尚不能准确预报太阳活动的周期，无法解释太阳黑子呈现的各种周期以及周期的不规则性。”颜毅华指出。

上世纪60年代，美国科学家巴布科克父子和莱顿等人提出了一种早期太阳发电机模型：

科学家普遍认为，太阳活动周期大约为11年。太阳活动周期不仅是太阳上黑子出现多少的周期性体现，更是太阳向周围空间释放能量、太阳爆发活动，以及太阳风暴发生的周期性展现。

第一，在太阳宁静区（没有黑子的区域）和两极地区均存在较弱的磁场，并且太阳南北半球磁场方向相反。

第二，在太阳宁静区（没有黑子的区域）和两极地区均存在较弱的磁场，并且太阳南北半球磁场方向相反。

第三，太阳对流层中存在子午环流，即太阳表面的物质从赤道向极区流动，而在太阳对流层底部的物质则从极区向赤道流动，形成闭合环流，这种现象被称为太阳子午环流。

但在谭宝林看来，发电机模型仍然是半定量的经验模型，人们至今都无法从理论上准确解释到底是哪些物理因素决定了太阳活动周期的长度和发生时间，以及为什么太阳活动周期大约是11年。

会对卫星、电网系统等造成严重影响

谭宝林指出，太阳活动周期不仅是太阳上黑子出现多少的周期性体现，更是太阳向周围空间释放能量、太阳爆发活动，以及太阳风暴发生的周期性展现。

“研究太阳活动周期将对许多学科的发展产生重要影响。”谭宝林表示，对太阳活动周的起源研究，将帮助我们更好地理解太阳以及宇宙中与太阳类似的众多恒星的形成与演化过程。

此外，对太阳活动周的研究还有助于更好地预测未来空间天气活动的发展趋势，提前获悉未来太阳爆发活动及太阳风暴可能发生的情况。

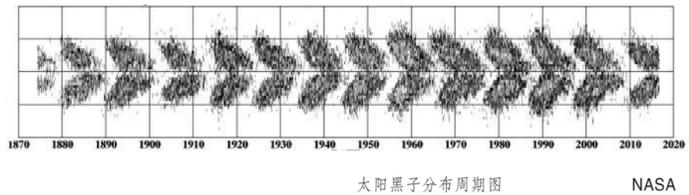
“对太阳活动周的研究还可能直接推动等离子体物理、流体物理和天体物理学等学科的发展，甚至对工程技术方面也会产生重要影响。”谭宝林说。

太阳活动周对于普通人的生活影响大吗？颜毅华表示，一般情况下并不算大，甚至没有直接的影响。但是，太阳活动会对卫星系统、电网

系统产生非常显著的影响，甚至会对其造成严重破坏，从而间接影响人们的生活。比如导致手机信号变弱或丢失，无法使用导航等。

例如，1859年的卡林顿太阳耀斑事件严重破坏了当时的全球电报网络，让人类第一次认识到太阳活动对地球空间环境的影响；1989年3月，狂暴的日冕物质抛射引发了极强的地磁暴，导致加拿大魁北克省电网在90秒内全面瘫痪，造成直接经济损失约5亿美元；2003年10月的重大太阳活动事件，造成全球范围短波通信中断，超视距雷达、民航通信中断，瑞典电网中断1小时，全球定位系统导航出现故障，多颗科学卫星数据丢失等。

此外，中国科学院科学传播研究中心副主任袁岚峰表示，太阳黑子的长期变化还和地球气候密切相关。例如，1300年至1850年是一个小冰河时期，当时太阳的活动就显著弱于后续年代的平均水平。



太阳黑子分布周期图

NASA

暗夜保护：给天文观测留一片纯净天空

◎张超

近日，中国生物多样性保护与绿色发展基金会星空工作委员会召开了第二季度工作总结会议，就暗夜保护等方面进行总结与展望。

暗夜星空，是人类共同的财产。2018年，经世界自然保护联盟暗夜委员会审核，西藏阿里和那曲两地的“暗夜星空保护区”被正式收录到《世界暗夜保护区名录》中，成为我国首批获得国际组织认可的暗夜保护区。

2020年，《世界暗夜保护区名录》又增加了8个暗夜保护区，其中新增中国黄海湿地野鹿荡、山西洪谷、江西葛源、河北照金暗夜保护区。至此，目前全球范围内暗夜保护区为273个。

除了控制光污染以外，暗夜保护的“工作范围”还包括保护射电宁静区等。

无线电波干扰天文观测

可见光只是电磁波谱中很小的一部分，对于那些可见光之外的电磁波，诸如红外线、紫外线、X射线、γ射线、射电波等人类都“视而不见”，但正是这些“看不见”的电磁波却蕴含着大量来自宇宙天体的信息。不过，地球大气层是一道天然的屏障，会不同程度地阻隔这些电磁波，只给天文观测留下了2个窗口：可见光波段以及射电波段。

1965年，射电天文学家彭齐亚斯和威尔逊在研究卫星系统中的噪声时，发现了一个去不掉的噪音，这个噪音来自宇宙大爆炸的背景辐射。这一发现为初始宇宙起源的大爆炸理论提供了证据。

然而，随着人类对无线电的开发利用，天空中的各种射电信号变得“嘈杂”起来，使得天文观测受到干扰。

人类使用无线电主要是为了传输信号，

这也意味着只要有发送方和接收方之间使用相同的频率，才可能进行无线电通信。因此，我们只需要规范无线电的频率使用范围，就可以避开对射电天文观测的干扰。因此，一部分频率被规定为天文观测的专用频率。

例如，中性氢的超精细跃迁频率1420.4058兆赫；一氧化碳分子的超精细跃迁频率115.271千兆赫和230.538千兆赫；氨的超精细跃迁频率23.694千兆赫、23.723千兆赫和23.870千兆赫等。

“无杂音”的射电宁静区

然而，射电天文并非只使用这些固定的频率进行探测，对于地基射电观测来说，观测范围在2兆赫至1000兆赫以上的所有波段；对于空间射电观测而言，更是可以观测低至10千赫的甚低频射电波段。因此，为了给天文射电观测保留一处无“杂音”的“寂静之岭”，世界上许多国家都设立了射电宁静区。1958

年，为了尽量减少对绿岸射电天文观测站可能产生的干扰，美国在弗吉尼亚州和西弗吉尼亚州之间的州边界附近，约33万平方千米的范围内设立了世界上第一个射电宁静区。

射电宁静区包含了3种基本类型。第一类区域是核心区，核心区毗邻主体望远镜，在某些频段禁止所有无线电传输，如阿塔卡玛毫米/亚毫米波阵列射电望远镜拥有30千米范围的核心区域；我国的500米口径球面射电望远镜（FAST）建在大山深处，有着良好的射电屏障，但也拥有射电宁静区。第二类区域的管理相对宽松，地理范围也更加广阔，一般禁止无线电传输。如需要传输，可以在符合条件的情况下，通过对传输地形、方向、功率等条件加以限制后，进行信号传输。第三类区域是在协调的情况下允许特定频率的信号传输。

但即便如此，射电天文观测不得不面临的一个现实是，在地面上已再难找到半个世纪前那种纯净的电磁环境。

（据中国国家天文公众号）