

“天上宫阙”如何变身宜居家园？

——探秘即将全面建成的中国空间站

中国妇女报全媒体见习记者 范语晨

“难忘天上宫阙，更念祖国家园。”2022年12月4日神舟十四号载人飞船返回舱成功着陆后航天员刘洋出舱时说的这句话，让无数国人泪目。在神秘的天上建起一个家，是中国人自古以来的浪漫梦想。如今，“天上宫阙”已不再是诗词里的意象，而是一个真实、温暖的“太空之家”——即将全面建成的中国空间站。

中国妇女报全媒体记者近日从中国载人航天办公室了解到，从2011年“天宫一号”成功发射，到天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱相继发射并完成对接，再到今年11月神舟十五号载人飞船与空间站组合体成功对接，中国空间站迎来了3个舱段、1艘货运飞船与2艘载人飞船的满载状态。今年年底，中国空间站就会正式建成，并在明年正式运营。

航天科技集团五院空间站系统副总设计师朱光辰曾比喻说，如果神舟飞船是一辆轿车，天宫一号就相当于一室一厅的房子，空间站就是三室两厅的“豪宅”。在神舟十四号返回前，神舟十四号与神舟十五号乘组6名航天员就在这座太空“豪宅”中共同工作、生活了5天。

这个天上“豪宅”用电从哪儿来？屋内怎样保持舒适温度？航天员在里面的日常生活如何？“太空农场”里能种出庄稼吗？且随记者带你去一探究竟。

“太空电站”“中央空调”“太空防晒霜”……中国空间站如何实现用电自由、四季如春？

随着“太空之家”越来越大，航天员要生活，科学仪器要运转，用电也必须跟上。

空间站的能源从哪里来？万物生长靠太阳，空间站也不例外。据承担“太空电站”研制任务的中国航天科技集团八院811所研制团队介绍，大型柔性太阳能电池翼是空间站获取能量的主要设备。目前，中国空间站共配备了2种规格6套大型柔性太阳翼。

天和核心舱上的太阳翼是为我国空间站打造的首个大面积可展收柔性太阳翼，单个太阳翼展开面积达67平方米，相当于一个标准单打羽毛球场地的大小。问天实验舱和梦天实验舱上配备的2套plus版大型柔性太阳翼更是升级换代，单套太阳翼展开面积有138平方米，4个这样的太阳翼就能提供空间站建成后三舱组合体80%的能量。在支持舱内搭载的各类科学仪器正常运转的同时，也足以保证航天员在空间站中的日常生活。

如今，天和、问天、梦天三舱形成组合体后，柔性太阳翼总面积已达到约700平方米。它们就如同“鲲鹏展翅”一般，给中国空间站送来源源不断的能量。

空间站里为何四季如春？地球适宜人类生存的条件之一，是厚厚的大气层保证了不冷不热的温度。而中国空间站距离地面约400km，那里没有大气层的保护，在太阳光直射下，空间站表面温度最高可达150℃以上，温度最低会在-100℃以下。在“冰与火”交替的太空环境中，为了保证航天员适宜的温度，的确需要一套“中央空调”来帮忙。

俗称空间站“中央空调”的流体回路是空间站热控系统的核心。据空间站热控流体回路系统技术负责人郑红阳介绍，流体回路均匀包裹住空间站的重要部位，通过特殊液体在管路内的往复循环，将舱内设备以及航天员生活产生的热量收集起来，带到相应的设备和结构中，实现散热和补热功能，同时保持空间站不同“房间”温度的均匀和稳定。

除了“中央空调”之外，技术团队还为航天器做了被动隔热。记者从中国航天集团五院热控技术团队获悉，从神舟十二号起，神舟系列飞船都涂上了一身银色新型涂层，这就是神奇的“太空防晒霜”——低吸收—低发射型热控涂层。顾名思义，低吸收是指涂层材料自身具有较低的太阳光吸收特性，可有效减弱太阳辐射导致的温度升高；低发射是指涂层具有较低的红外发射率，可有效阻隔飞船内部向外部深冷环境的辐射漏热，避免舱内温度的不断降低。特殊的“防晒霜”与“中央空调”协同配合，让空间站“四季如春”，一直处于适宜的温度范围。

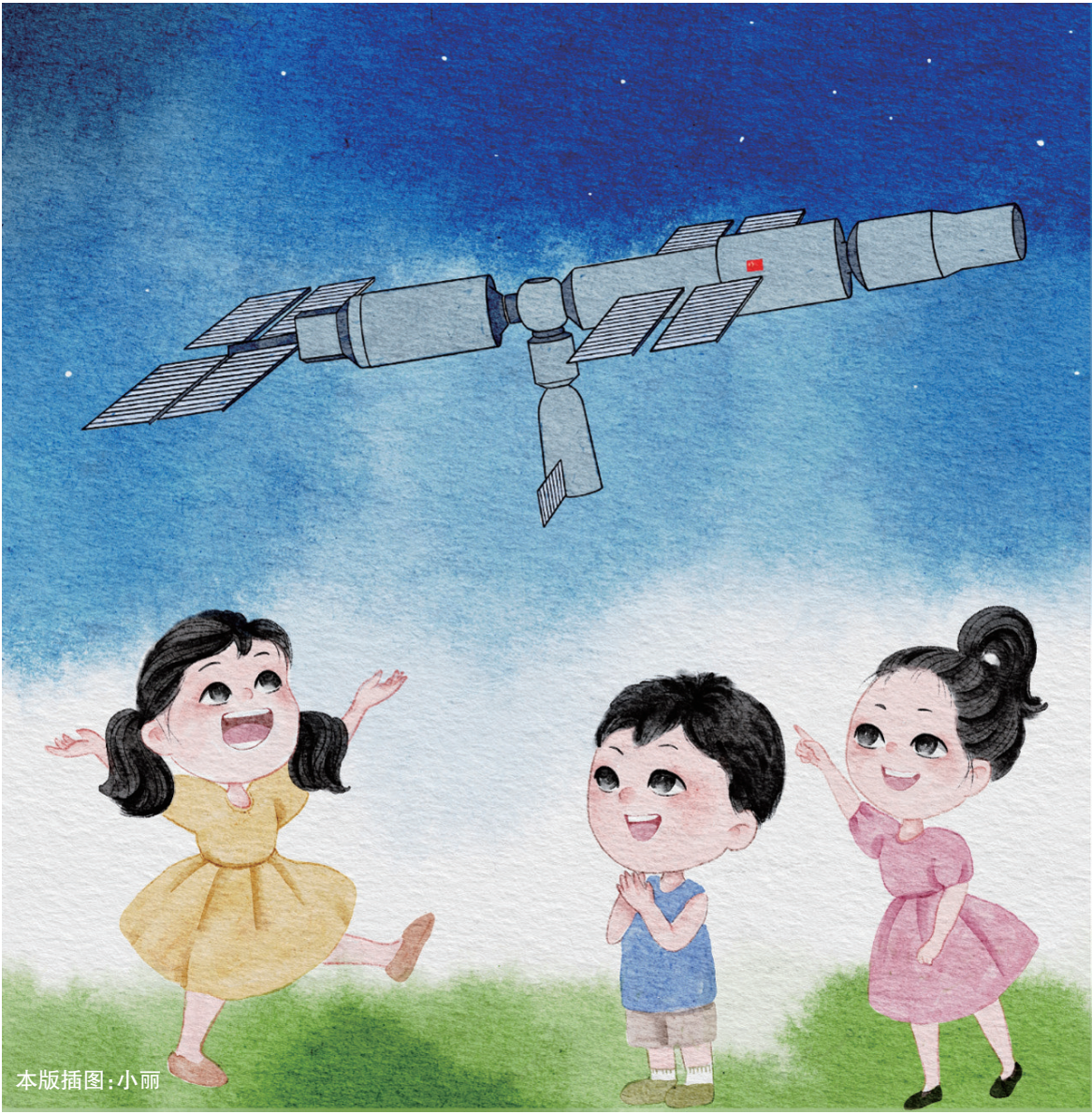
卧室、餐厅、医务室、健身房、5GWiFi全覆盖……揭秘航天员在“天宫”的日常生活

作为航天员的“太空之家”，中国空间站不仅外部保障给力，其内部构造也彰显着“以人为本”的设计思维。

中国空间站会不会太挤呢？今年12月，6名航天员在“天宫”会师后，不少人好奇空间站住得下6个人吗？中国空间站系统设计师团队周昊澄介绍，中国空间站内共有6间卧室，其中3间在天和核心舱，3间在问天实验舱。舱内卧室里有独立的卫生区、储物区，并配有空调、照明灯、报警音箱、温湿度计等设备，还有各类扶手帮助航天员在漂浮状态下固定身体。“透过卧室里的舷窗，航天员们可以一览地球的大好河山，也可一睹宇宙的浩瀚无穷。而且，这里的噪声也远低于工作间。”周昊澄说。

航天员在太空如何就餐？6名航天员“太空会师”当天一起吃早饭的直播画面，让网友们直呼“宇宙级温馨”。周昊澄介绍，核心舱和问天舱在工作间旁专门划分了承担餐厅功能的区域。折叠式餐桌、微波炉、热风加热装置、冰箱和饮水机一应俱全，还配备了满足3人7天食品用量的储物柜。与地面就餐环境不同的是，由于处于微重力环境，餐厅未配备餐椅。航天员一般每7天从货船里取一次食品。航天员用餐产生的垃圾可在就餐区统一装袋，最终放入货运飞船统一销毁。

航天员如何在太空保持健康和娱乐休闲？从神舟十三号乘组开始，航天员在轨时间就延长到了6个月之久。在零重力环境下生活这么长时间，航天员如何保持身体健康？生病了怎么办？据中国航天员中心航天员医监医保研究室介绍，空间站设置了负责航天员医疗保障的单独区域，能够完成心电图、呼吸、体温、血压等常规检查以及各器官功能的监测。对于心脏急症、四肢骨折等症状，“医务室”也有急救救治手段，还能通过天地通



本版插图：小丽



刘洋在空间站健身



刘洋在空间站卧室中



中国空间站的首个中秋节

话远程进行心理诊疗。

为了减轻骨丢失等在轨长期生活的症状，空间站还在3个舱段内都配备了健身房，供航天员每日维持1~2两小时的体育锻炼，使肌肉和血液循环维持正常水平，其中包含太空跑台、太空自行车、可自由使用的拉力绳、微重力抗阻锻炼装置等。

工作、吃饭、休息、运动之外，航天员在空间站里能玩手机、看剧、与家人通话吗？记者从中国载人航天办公室获悉，空间站中已经实现了整舱5GWiFi全覆盖，并且还加入了智能网络、智能家居，航天员每天都可以与家人进行视频通话。不仅如此，航天员在太空的娱乐活动也很丰富，除了用手机在网上听音乐、看剧外，还能接收地面的电视信号，与我们一样观看春晚、观战世界杯。

建造“太空家园”还须开辟“太空农场”，中国空间站实现人类首次在太空收获稻种

人类首次在太空收获稻种。“同学们，这是生命生态实验柜，它由一个个像小房间一样的模块组成，仿佛是动植物的太空旅馆。这个实验柜的研究成果可以帮助我们未来在月球乃至火星上实现长期生活。”在今年10月12日开讲的“天宫课堂”第三次授课中，女航天员刘洋向同学们介绍了一系列空间站中正在开展的科学实验，其中最引人注目的就是生命生态实验柜中那一棵棵碧绿的水稻。而在12月4日神舟十四号乘组航天员返回地球时，他们也带回了太空种植水稻收获的种子，这是人类首次在太空收获稻种。经过空间站里120天的培育生长，中国在国际上首次完成了太空水稻“从种子到种子”的全生命周期培育，在国际上也引起了强烈反响。

为什么要在太空种水稻？目前，在探索太空的过程中，食物等生存必备物资补给都需要从地球上运输，成本极其昂贵。一位美国科学家曾透露，把1磅（约0.45千克）食品送上国际空间站需要花费约1万美元。未来人类如果想探索更遥远的深空，或者在太空中实现更长时间的生活，就需要开辟“太空农场”。因此，太空种植一直是国际空间站开展的重要科学探索之一。

水稻在太空微重力环境下的生长状况与在地球上有何不同？据中国科学院分子植物科学卓越创新中心研究员郑慧琼介绍，“太空水稻”株型在空间变得更为松散，矮秆水稻变得更矮，高秆水稻的高度没有受到明显影响；水稻在空间开花时间比地面略有提前，但灌浆时间延长了10多天；大部分的颖壳不能关闭。郑慧琼表示，由于水稻开花时间和颖壳闭合在保障植物充分的生殖生长、获得高产优质种子方面有重要作用，因此科研人员将对航天员带回的样品做进一步分析。

此外，航天员还在空间站内开展了再生稻实验，并获得了再生稻的种子。郑慧琼团队表示，这是国际上首次在空间尝试的再生稻技术，该技术可大大增加单位体积中的水稻产量。相信随着我国空间科学研究的不断推进，拥有“太空农场”将不再是科学幻想。

用电上网自由，四季温度舒适，航天员生活丰富多彩，科学实验如火如荼……中国人的“天上宫阙”已越来越先进，越来越好。据中国载人航天工程新闻发言人李启明介绍，神舟十五号航天员乘组在轨期间，还将重点开展涵盖空间科学研究与应用、航天医学、航天技术等领域的40余项空间科学实验和技术试验。同时，中国空间站建造过程中始终秉持开放共享的理念，目前已有17个国家的科学实验项目入选中国空间站。未来中国空间站不仅是中国人自己的太空“豪宅”，也将是造福全人类的“太空之家”。

澜欣

冬季气温不断走低，各式各样的取暖设备“粉墨登场”。如今，除了取暖“老三样”——暖气、热水袋和电热毯外，我们身边还出现了一些科技感很强的“取暖神器”——石墨烯电暖器、空气源热泵、PTC陶瓷便携式暖风机等，它们不仅可以帮助抵御严寒，而且更加低碳环保。

石墨烯电暖器：升温不用等，即开即热。素有材料界“黑金”美誉的石墨烯，是目前已知最薄、强度最大、导电导热性能最好的新型纳米材料，如今已被应用在取暖器中并成为市场新宠。

天津大学化工学院教授张生介绍，无缺陷的单层石墨烯的导热系数高达5300瓦/米·度（导热系数的单位），是目前导热系数最高的碳材料。此外，石墨烯电热转化效率极高，在通电后它可将99%的电能转化为热能，且耗电量较低。由于其良好的导电导热性能，使得石墨烯电暖器制热效率非常高，升温不用等、即开即热。

与传统供暖系统相比，石墨烯在发热时，还能够释放直径为8至14微米的远红外线，将热量输送到各个房间。这种远红外线对人体无害，而且会像太阳光照射在人体上一样，让人感受到温暖。而且，由于石墨烯材料比较薄，可以被制成贴在地板上的发热膜，实现空间内自然均匀升温。此外，还可以将它制成目前流行的踢脚线取暖器，不仅“颜值”高，而且便于在狭小空间内移动，也不会占用很大空间。

碳纳米管电地暖：可将99.8%的电能转化为热能。目前市面上由发热电缆、碳晶（石墨粉/短切碳纤维）等制成的电地暖，多数存在能耗高、安全性差、功率衰减严重等问题，其维护及使用费也不菲。随着碳纳米管技术被应用到电地暖中，这个难题有望被解决。

“碳纳米管和石墨烯都是碳材料‘大家族’的成员，但与平面结构的石墨烯不同，碳纳米管主要是由呈六边形排列的碳原子构成的管状结构。在几何层面上，碳纳米管可以被看作是由若干层石墨片沿同一轴线卷绕而形成的空心管，根据管壁层数可将其分为单壁碳纳米管、双壁碳纳米管和多壁碳纳米管。”南开大学化学学院研究员李志强介绍，碳纳米管1991年被首次发现，它具有优异的增强增韧特性，在与高分子材料复合后具有极高的稳定性，同时它又具有优异的电学性能，辅以独特的封装技术及电极连接方式，可以大幅提升电地暖的稳定性、安全性。

通常，电地暖生产厂家会将碳纳米管浆料涂在导电材料上，使碳纳米管搭接形成面状导电膜结构，同时在碳纳米管导电膜的两侧覆以金属电极形成碳纳米管面热源。通电后，碳纳米管将以远红外线形式释放能量，形成均匀发热的面状发热体，从而产生大量的热，并以远红外线的方式向外释放。在这一过程中，碳纳米管的电热转换效率可高达99.8%，其远红外线转换效率可达83%。此外，由于碳纳米管电地暖是利用远红外线制热并不加热空气，其辐射距离有限，故可将热量牢牢“锁定”在人体活动的近地面范围，达到高效节能。

空气源热泵：工作时无明火、无废气排放。过去我国农村地区普遍采用烧煤取暖的方式，既污染环境也影响健康。如今，我国北方许多农村正在积极推广煤改清洁供暖，其中空气源热泵采暖备受关注。

天津大学建筑设计规划研究总院建筑工程师冯卫星介绍，空气源热泵由压缩机、膨胀阀、蒸发器与冷凝器组成，以源源不断的空气作为热量来源，只需要少量电能驱动（通过压缩吸收空气中的热量来制热），就能够满足农村地区的各种取暖需求。

由于空气源热泵是以空气中的热能作为主要能源，因此其节能效果均是普通电暖设备的3倍。和传统燃煤、燃气锅炉等采暖方式相比，空气源热泵可节省30%左右的能源。“此外，空气源热泵还是一种安全环保的采暖设备。”冯卫星说，它在工作时无明火、无废气排放，不仅大大降低了火灾、爆炸、中毒等事故发生的可能性，还减少了污染物排放，改善了空气质量。

同时，空气源热泵的运行也非常稳定，完全不用担心它会突然“罢工”。与太阳能相比，空气源热泵没有“靠天吃饭”的弊端，无论是阴天还是雪天都可正常运行。目前，新一代超低温空气源热泵已可适应零下25摄氏度的低温环境。

PTC陶瓷暖风机：小巧便捷，具有防水功能。近年来出现的PTC陶瓷（正温度系数陶瓷）发热技术，实现了人们冬日想把“小太阳”随身携带的愿望。“PTC泛指正温度系数很大的半导体材料或元器件。”相关专家表示，在中小功率模式下运行时，PTC具有恒温发热、无明火、热转换率高、受电源电压影响极小、自然寿命长等传统发热元件无法比拟的优势。

PTC陶瓷是一种电子陶瓷，由高纯的钛酸钡掺入铈、铈、锶、铅、锰、硅等氧化物，在1300至1350摄氏度的环境下烧结而成。它的电阻在常温下很小，但是当温度升至某一特定数值，其电阻会突然增大千倍甚至百万倍；随着温度下降，电阻又会恢复原状。

用PTC陶瓷制成的便携式暖风机体型迷你，只有一台小电扇大小，其利用内置风机吹动空气流经PTC陶瓷发热体实现供暖，送风柔和、升温速度快，具有自动恒温功能。由于PTC陶瓷发热体具有防水功能，很适合在浴室使用。此外，其内部装有限温器，当风机的风口被堵塞时可自行断电。同时，这种暖风机还具有电子式防倾倒保护功能，可在倾倒时实现自动断电保护。

石墨烯电暖器、碳纳米管电地暖、空气源热泵、PTC陶瓷暖风机……

「黑科技」给寒冬带来别样温暖