



搭载十四项应用载荷 开展六十余项空间实验

天宫二号『回家』带来不少好消息

本报记者 付毅飞

空间冷原子钟:极度精准的“量天尺”

在基础物理前沿研究方面,天宫二号搭载了国际首台在轨运行并开展科学实验的空间冷原子钟,成功验证了在空间环境下高性能冷原子钟的运行机制,实现了天稳 7.2×10^{-10} 的超高精度,相当于3000万年的误差小于1秒。

这为空间超高精度时间频率基准的重大需求,以及未来空间基础物理前沿研究奠定了坚实的科学与技术基础,成为国际空间冷原子量子传感器领域的重要里程碑。

空间冷原子钟项目的成功,推动了相关领域的发展。其技术成果直接应用于卫星

导航系统,大幅度提高卫星导航系统的性能。并在空间站高精度时频系统、空间站超冷原子物理实验柜,以及探月工程地月空间导航通信等重大项目中产生关键作用。也将对未来深空探测、基础物理研究、精密测量等领域产生深远的影响。

量子密钥分配:不可泄露的“天机”

天宫二号搭载的量子密钥分配试验空间终端,通过高精度自动跟踪(ATP)系统与量子密钥分配地面终端配合,在地面站与目标飞行器之间建立起量子信道,并在此基础上开展了空一地量子密钥分配试验。

该试验率先在国内突破了量子密钥分配相关关键技术,并得到了在轨验证。成功实现了天地双向高精度跟踪、量子密钥分配、激光通信。

同时该试验也是我国首次实现1.6Gbps码速率的天地业务数据激光通信

传输,为后续空间任务更高容量的数据传输打通了道路。

此外,这为载人航天的空地间量子保密通信,以及未来实用化天地一体广域量子保密通信网络建设奠定了基础。

伽马暴偏振探测器:捕捉破译宇宙起源的秘密

伽马射线暴是一种宇宙大爆炸级别的能量,捕捉到以后,将有助于破译宇宙起源和演化的秘密。

天宫二号携带了国际首台宽视场、

高效率的专用宇宙伽马射线暴(GRB)偏振探测器,共探测到55个伽马暴,观测到蟹状星云脉冲星的脉冲信号,并在国内首次利用脉冲星信号实验定轨,

定轨精度约为10公里,探测到了若干太阳X射线暴。目前我国已完成伽马射线暴瞬时辐射的高精度偏振探测,实现了预定科学目标。

热毛细对流实验:在太空搭建神奇的液桥

如果你将拇指和食指打湿,捏在一起再微微分开,指间会出现一个小液柱,这叫“液桥”。

地面上的液桥通常只有几毫米,而在太空微重力环境下,建立起的液桥可以达到惊人尺寸。

当液桥两端温度不均时,在液体表面

张力作用下会产生热毛细流动,这是微重力环境下的主要自然对流形式。我国科学家一直梦寐以求以揭开热毛细对流的神秘面纱。

在天宫二号上,我国首次开展了空间微重力条件下的热毛细对流实验,研究了在空间微重力环境下热毛细对流的

失稳机理问题,拓展了流体力学的认知领域,取得了具有国际先进水平的研究成果。使其我国突破并掌握了微重力环境下的液桥建桥、液面保持和失稳重建等空间实验关键技术,进一步提升我国微重力流体力学空间实验能力和技术水平。

综合材料实验:对尖端材料的了解更加深入

天宫二号上开展的综合材料实验,为一群牛气冲天的尖端材料搭建了舞台。

其中大部分样品均为国际上首次实验,如新型纳米复合光学材料、高性能热电转换材料、多元复相合金等。

该实验的主要成果有:

生长出高质量的材料晶体,验证了新的材料制备工艺,获得了多项材料科学实验新发现。

在重要功能晶体等材料方面,空间制备的样品性能得到明显提升或微观组织结构得到改进。

基于空间测量、实验和地面实验数据,建立了国内第一个空间材料实验炉的热环境仿真计算模型,获得了空间微重力与地面重力环境下炉膛内气体压力对炉膛最高温度影响的基本规律,使我国空间材料科学实验的能力得到了明显提升。

拟南芥和水稻:两名特殊的“航天员”

光临过天宫二号的除了景海鹏、陈冬,还有2名特殊的“航天员”——拟南芥和水稻。

科学家选取了这两种具有代表性的植物开展了培养实验。

该实验采用人工光照、高效的水循环、标记追踪,6个月便完成了我国首次

“从种子到种子”高等植物全周期培养实验。

实验中,我国首次发现拟南芥在空间长日条件下开花明显延迟;首次发现微重力条件下植物寿命比地面对照组植物寿命极大地延长;首次发现空间微重力对于水稻吐水及其向性生长有明显的影

响。同时在国际上首次成功地利用植物开花基因启动子带动绿色荧光蛋白表达;首次发现空间微重力环境显著促进了叶脉网络的发育。

相关成果为有效利用空间有限资源进行最大化的植物生产提供了重要证据,为人类长期探索空间提供了保障。

空间地球科学及应用:从上帝视角看地球

在距地面近400公里高度的轨道上,天宫二号借助多套遥感设备,以上帝视角俯瞰地球,取得了丰硕的科学成果及显著应用效益。

其中,多角度宽谱段成像是集宽波段光谱和多角度偏振成像的新型综合传感器,在国内首次实现了12个多角度光学偏振遥感技术新体制验证,开拓了获取重要

的陆地、海洋、大气信息的新途径。

三维成像微波高度计是国际首个用于海洋观测的宽幅三维雷达成像高度计,采用短基线、小角度干涉、新型高度跟踪、孔径合成结合的创新技术。新一代雷达高度计的发展方向,对于整体提升我国海洋环境监测、预测和预报能力具有重要作用。

多波段紫外临边成像是我国首个具有紫外临边观测能力的载荷,在国际上首次采用大视场,对全球中层大气进行紫外环、前向临边辐射特性的同时探测。其获得了全球大气密度、臭氧和气溶胶垂直结构及三维分布,在大气痕量气体监测、大气与环境预报、空间天气等领域具有广泛的应用价值。

多项技术验证:为我国空间站运营奠定基础

除了科学实验,天宫二号在任务期间也完成了多项技术验证。

2016年10月23日,天宫二号释放伴飞卫星。这是继神舟七号任务以后,

我国第二次在空间飞行器上释放伴飞卫星。此次成功开展伴星释放、驻留和伴飞飞行试验,获得了清晰的组合体图像,同时也进行了微小卫星新技术试验和验证。

通过开展人机协同的空间精细操作机械臂试验,我国首次实现人机协同在轨维修任务,建立了集信息管理、手动控制、遥操

作和自主控制一体化的人机协同在轨维修系统,形成典型人机协同体制,为未来空间站仿人型机器人研制打下了技术基础。

此外,天宫二号还与天舟一号货运飞船配合,首次实现了我国航天器推进剂在轨补加任务,全面突破和掌握了相关技术,对后续空间站阶段的推进剂补加进行了完整验证,并使我国推进剂补加系统性能指标达到世界领先水平。

「难说再见 期待未来」

天宫二号 使命达成 光荣“退休”

北京时间7月19日晚上21时06分,天宫二号受控离轨并再入大气层,以一道绚烂的光芒消逝在大气层中,少量残骸落入南太平洋预定安全海域,功成身退。圆满完成全部任务的天宫二号,创造了中国航天史上的多个第一,也标志着我国进入空间站时代。



2016年7月9日,天宫二号运载火箭在酒泉卫星发射中心载人航天发射场,开展总装和测试工作。

2016年9月15日22时04分,长征二号F T2运载火箭搭载天宫二号空间实验室在酒泉卫星发射中心成功发射。



2016年10月19日,神舟十一号载人飞船与天宫二号成功实现交会对接。航天员景海鹏和陈冬入驻天宫二号。



2016年10月23日7时31分,天宫二号成功释放伴飞卫星。



2017年4月22日,天舟一号货运飞船与天宫二号顺利完成自动交会对接。这是天宫二号首次与货运飞船进行交会对接。2017年4月27日,天舟一号货运飞船与天宫二号成功完成首次推进剂在轨补加试验。2017年6月15日,天舟一号货运飞船与天宫二号完成第二次推进剂在轨补加试验。



2017年6月19日,天舟一号货运飞船完成与天宫二号的绕飞和第二次交会对接试验。2017年9月12日,天舟一号货运飞船完成与天宫二号的自主快速交会对接试验。



2018年9月15日,天宫二号空间实验室圆满完成了在轨运行2年的目标,取得了阶段性胜利。

2019年7月19日21时06分,天宫二号空间实验室圆满完成全部任务,再入大气层,少量残骸落入指定海域。