

# 神舟十一号太空之旅

特别报道

万里追逐 五度变轨 今天凌晨 中国上空

# “十一郎”393公里高空吻“二丫”

中国航天又经历了一个激动人心的不眠夜。北京时间今天凌晨3点31分,在离地球393公里的轨道上飞行了一个多月、绕地球500多圈的天宫二号终于等来了他的小伙伴——神舟十一号。他们在太空深情一吻,完成了交会对接。

6点24分,两名航天员——“老司机”景海鹏、“新司机”陈冬进入天宫二号,并向全国人民问好。

## “十一郎”太空追吻“二丫”

网友亲切地把“神舟十一号”和“天宫二号”称呼为“十一郎”“二丫”。

“十一郎”和“二丫”的太空追逐,整整花了两天时间,期间经历了5次精准的变轨,终于在今晨迎来完美的结局。

“神舟”与“天宫”之吻的轨道高度为393公里,比以往提高了50公里。这次交会对接的一个难点就是要在两个完全不同的轨道上,让“神舟”和“天宫”相会,这就好比天宫二号在跑道外圈遥遥领先,而神舟十一号需要在内道跑得更快才能赶上它,每近一点就往外挪一个跑道,直到追上。“交会对接的时候,恰好在我国上空。”北京航天飞行控制中心副总工程师孙军介绍。

今天凌晨1点11分,神舟十一号在距离天宫二号52公里的位置转入自主控制状态,以自主引导控制方式向天宫二号逐步靠近。飞船与天宫二号的速度慢慢接近,交会前,飞船四次停泊,分别为两者相距5公里、400米、120米和30米时。而这一切都发生在距离地球393公里的太空里,以每秒7公里多的速度完成。

“3000米、2000米、1000米……”从万里之外追寻而来的神舟十一号,与天宫二号的距离近了,又近了。

“神舟十一号报告,仪表显示,进入400米停泊。”北京飞控大厅里,航天员景海鹏的声音清晰传来。

“飞船转120米接近”“飞船转30米保持”……随着飞控大厅里每一条调度口令,大屏幕上神舟十一号天宫二号已

经能彼此看清对方。

神舟十一号传回画面中,天宫二号上的十字靶标牢牢锁定在瞄准器中心。神舟十一号与天宫二号对接环接触后,里面的12把钩锁就紧紧地勾定在一起,随着画面轻轻晃动,它们相拥到了一起。

原本同时显示在飞行轨迹上的两个名字,被“组合体”取代。3时31分,对接成功,飞控大厅里响起一阵热烈掌声。此时,两名航天员景海鹏和陈冬竖起大拇指祝贺。

## 开“三重门”航天员“入宫”

景海鹏:“后面精力集中呀。”

陈冬:“好的。”

景海鹏:“目前姿态好的。”

陈冬:“明白。”

神舟十一号发射后,两名航天员景海鹏与陈冬的太空对话成为关注热点,今晨的交会对接,太空对话如期更新。

自动交会对接实施期间,航天员景海鹏、陈冬在神舟十一号飞船返回舱值守,密切监视着飞船仪表盘上的各类数据和对接过程,认真执行各种指令发送操作,并通过天地通信系统,迅速准确地向地面报告交会对接实施情况。

交会对接成功后,航天员先后开启了“三重门”:返回舱舱门、轨道舱舱门和天宫二号舱门。最后一道最难打开,因为对接通道只有不到1米长、800多毫米粗,航天员想找到一个稳定的姿态开门并不容易,还需要借助手脚限位器的帮忙。

6时24分,景海鹏转动天宫二号实验舱舱门钥匙,天宫二号舱门打开!在向地面报告对接完成后,根据地面口令,两名航天员解开束缚带,从座椅上缓缓起身,依次打开返回舱舱门平衡阀和返回舱舱门,进入轨道舱。两名航天员在轨道舱脱下舱内压力服,换上蓝色工作服。

在完成各项准备后,航天员景海鹏成功开启天宫二号空间实验室实验舱舱门,随后两名航天员以漂浮姿态依次进入天宫二号实验舱。直播画面中,陈冬还

略显激动地差点飞过头,“老司机”景海鹏拉了他一把,让他抓住扶手稳定下来。

景海鹏与陈冬在进入空间实验室后,照下了天宫二号的第一张“全家福”,并与地面进行了通话:“北京,我是神舟十一号。”“神舟十一号请讲。”“神舟十一号在空间实验室向全国人民问好!”

## 拟南芥已经在太空发芽

“对两名航天员的表现,我非常满意,”昨天,载人航天工程航天员系统副总设计师黄伟芬说,两名航天员状态良好,各项工作非常顺利。

“从生理数据和自身反应来看,两名航天员已经顺利度过失重适应期,”航天员中心医监医保研究室主任吴斌透露。

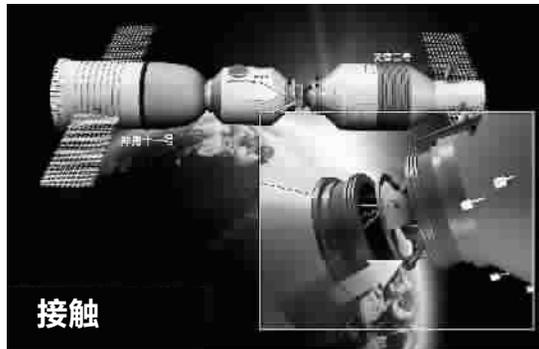
进入天宫二号之后,航天员即将陆续开展多项实验,这些实验都是国际前沿的探索实验,两项需要航天员直接参与操作,一项是国际合作研究项目。这些实验包括:空间冷原子钟、液桥热毛细对流实验、释放伴星、空间环境分系统、三维成像微波高度计和水稻培养实验等。

其实,在天宫二号在轨运行的一个多月里,部分实验已获取了一批相关典型区域图像和科学实验数据。

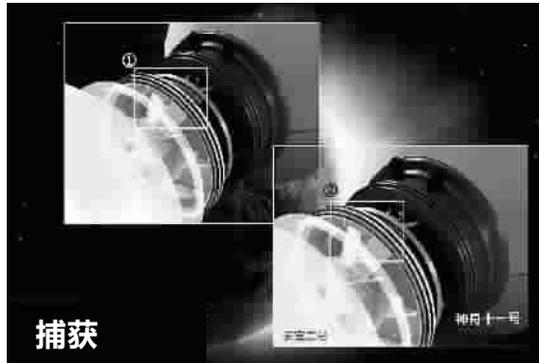
比如空间冷原子钟,它是国际上第一台空间运行的冷原子钟,可以使飞行器自主守时精度提高两个量级。目前实验成功进行了冷原子的冷却、抛射、选态、微波相互作用和探测,在国际上首次获得了微重力环境下冷原子钟信号。经分析,频率稳定度符合预期,为下一步科学实验奠定了基础。它还是专门探测地球临边大气层的遥感仪器,其前向光谱仪和环形成像仪已分别获取多组连续光谱和多方位大气数据,还获取了地外月球紫外图像。

此外,综合材料实验目前已完成第一批6支样品实验,材料生长炉温场控制满足实验需求。高等植物培养实验目前已顺利完成了营养液加注,拟南芥和水稻种子在注液4天后陆续萌发,目前生长状态良好。 本报记者 程绩

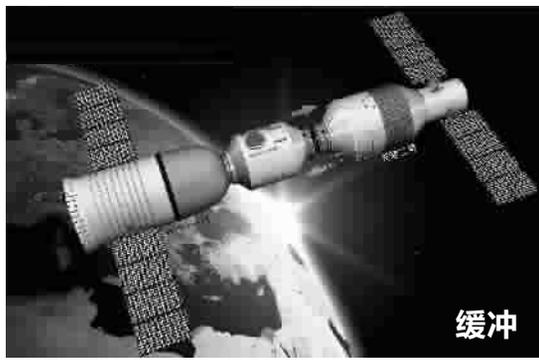
## 神舟十一号/天宫二号对接示意图



接触



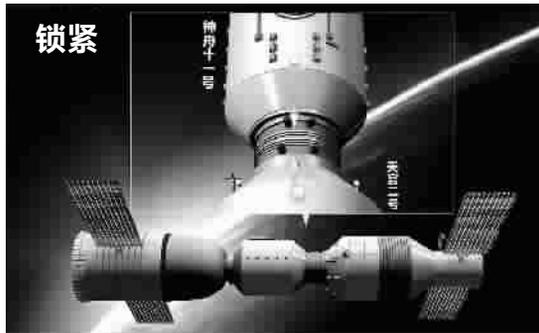
捕获



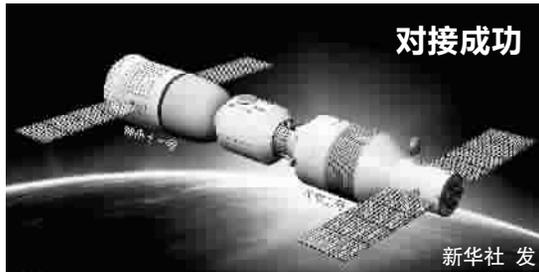
缓冲



拉近



锁紧



对接成功

新华社发

## 密封圈“红娘锁”上千次对接分离实验

# 上海航天为神舟天宫搭“鹊桥”

在浩瀚的太空中划出一条长长的轨道后,神舟与天宫这对久远的“恋人”在距离地球393公里的太空如约相见。太空中,两个比子弹速度还要快8倍的空中飞行器安全可靠无误地对接在一起,靠的是什么“秘密武器”?

中国航天科技集团公司上海航天技术研究院对接机构研究室主任靳宗向上向记者透露,他们针对此次任务特点,专门验证了对接机构长时间锁紧、密封后分离的可靠性。事实证明,30天只是个小目标,保持两年都是安全的。

“我很高兴和激动,飞船与天宫又一次对接成功了,进一步证明了我们研制的产品安全可靠。”靳宗向表示,这次因任务安排没有在北京飞控现场工作,但他和同事们一样时时刻刻牵挂着对接机构的又一次考试。“我是凌晨3点守着电视看直播的,对接过程就如我们在实验室所做的一模一样。”这一过程在他脑海里已上演了无数遍。

在上海航天的对接缓冲实验室,两个飞行器的对接缓冲试验已经做过了上

千次。“我们会模拟天上交会对接那一刻所有的工况,整个过程大概七八分钟,应该说实际的对接过程跟实验过程非常接近。”靳宗向介绍,之所以做了这么多次试验,不是因为设计不成功,而是要通过设计不同的初始条件和工况,尽可能包罗上天的边界条件,确保实现一次成功。

当神舟十一号飞船和天宫二号拉近到对接框接触的位置后,启动飞船的对接锁主动工作,与天宫二号的对接锁配合,共同完成对接锁的锁紧,在锁紧的过程中,安装在飞船的对接框面的密封圈被压紧,与天宫的对接框面紧密配合,形成密封的连接通道,完成密封工作。神舟十一号与天宫二号对接,通道打开后,航天员就相当于进入了一个大的密封舱。

“对接机构有拉紧、锁紧、保持的动作,它有退化机理。一般的密封圈,压的时间长了,拉出来会粘连。在神十一之前我们也做了大量攻关的试验。根据半年的曲线和数据来推,它能够满足两年。实际上,产品的质量安全年限可能远远大于两年,但我们必须有证据、有严谨的实

验数据来证明这个安全年限。之后,随着空间实验室任务的开展,在轨运行时间会进一步延长,我们的攻关方向也将主要聚焦在安全可靠性方面。”

靳宗向介绍,这是主动对接机构的第4发产品,对接过程也是第7次了。总体而言,神舟十一号相对于此前的神九、神十,继承大于改进,说明我国天地往返运输系统成熟度已经相当高。但看上去和以前一样的产品,设计、生产的过程却有天壤之别。

对接,在轨保持30天后,设计师们最关心的是分离的可靠性问题。“既要对接得准,又要分得开,对接试验做了多少次,我们的分离试验也做了多少次。”靳宗向介绍,为了确保航天员的安全返回,首要的是对接机构的12对(24把)对接锁能够顺利解锁分离。为了确保解锁的可靠性,对接机构设计人员在地面进行了1000多次的解锁试验,试验全部成功解锁。但为了确保万无一失,还是采用了多重备份的冗余措施,确保航天员安全返回。 本报记者 叶薇