



图为中国空间站模拟图。

中国载人航天工程办公室供图

神舟十五号载人飞船发射成功 中国空间站上演“6+6”太空会师

□ 本报记者 陈丽平 廉颖婷

神舟十五号载人飞船将与神舟十四号载人飞船实现“宇宙级同框”。

今天23时08分，长征二号F遥十五运载火箭托举神舟十五号载人飞船顺利起飞，护送航天员费俊龙、邓清明、张陆进入太空。约10分钟后，神舟十五号载人飞船与火箭成功分离，进入预定轨道，发射取得圆满成功。

这是我国载人航天工程立项实施以来的第27次飞行任务，也是进入空间站阶段后的第4次载人飞行任务。此次发射成功，标志着空间站关键技术验证和建造阶段规划的12次发射任务全部圆满完成。

飞船与空间站组合体交会对接后，中国空间站将构成以天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱以及两艘载人飞船和一艘货运飞船组成的“三舱三船”独特造型，这是目前中国空间站的最大构型，总质量近百吨。

随后，3名航天员进入空间站，与神舟十四号航天员乘组胜利会师。我国首次实现空间站6个型号舱段组合体结构和6名航天员在轨驻留，中国空间站上演“6+6”太空会师。

考验航天员长期在轨驻留能力

作为航天员实现天地往返的“生命之舟”，由中国航天科技集团有限公司（以下简称航天科技集团）五院抓总研制的神舟系列载人飞船，由轨道舱、返回舱和推进舱构成，共有14个分系统，是我国可靠性、安全性要求最严苛的航天器。

进入11月下旬，酒泉卫星发射中心已十分寒冷，最低温度逼近零下20℃。此前，只有神舟一号和神舟四号两个无人飞船在11月下旬之后发射过。神舟十五号是首次在这种低温严寒环境下实施载人任务。

面对这一新情况，神舟载人飞船队伍对基地配置的两套整流罩内送风设备保障性进行确认，并约定按照温度上限进行送风。同时，针对待发段可能出现的送风温度偏低的故障情况，制定了风险控制预案，保证返回舱和推进舱推进剂温度满足发射要求。

任务期间，神舟十五号乘组将重点开展六个方面工作：一是开展空间站三舱状态长期驻留验证工作；二是完成15个科学实验机柜解锁、安装与测试，开展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；三是实施3到4次出舱活动，完成梦天舱扩展泵组和载荷暴露平台设备安装等工作；四是验证货物气闸舱出舱工作模式，与地面协同完成6次货物出舱任务；五是开展常态化的平台测试、维护及站务管理工作；六是开展在轨健康防护锻炼、在轨训练与演练等工作。

作为空间站完成在轨建造后首个到访的乘组，神舟十五号航天员的舱外活动范围更为广泛，这将给他们带

来更大挑战。“为了提高效率，两个航天员要在两个作业点同时并行开展相关作业，这对每个航天员独立完成作业的能力要求更高。”中国载人航天工程航天员系统总设计师黄伟芬说。

届时，新入驻的航天员乘组将与神舟十四号航天员在轨交接，并在未来6个月的“出差”时间里，继续考核验证空间站任务航天员长期在轨驻留能力。

6名航天员共处，工作生活如何调配？

据了解，乘组轮换期约6天左右，原则上两个乘组按照各自任务和计划开展在轨工作。神舟十四号乘组重点开展返回前准备工作，神舟十五号乘组重点进行状态设置和在轨环境适应，在轮换期结束前完成工作交接。生活方面，在轨配置了两套厨房设备，可同时进行进食准备，根据空间大小选择一起进食或分场所进食。两乘组可分享食品。此外，两个舱段配置了两个卫生间、六个睡眠区，均可独立使用。

首次同时停靠两艘载人飞船

以往，长二F火箭发射神舟载人飞船前，航天员乘组均已安全返回地面，但本次任务中，神舟十四号与神舟十五号两个航天员乘组要进行在轨交班，这意味着长征二号F遥十五运载火箭在准备发射神舟十五号载人飞船的同时，还承担着对神舟十四号航天员乘组的应急救援任务，救援任务直到发射前才能解除。为此，型号队伍在推进本次发射任务的同时，也做好了应急救援准备工作，全力为航天员保驾护航。

这次任务，中国空间站首次同时停靠两艘神舟载人飞船，给飞船身份识别和在轨控制带来新挑战。乘组轮换期间，空间站将通过不同的对接总线传两船遥测，确保两艘载人飞船信息传输的唯一性和正确性。空间站系统也将同时向两艘载人飞船通风热支持，送风量根据两船不同热环境进行合理分配，且可根据需求进行分档调节。研制人员针对两船同时停靠期间紧急撤离，制定了协调匹配的紧急撤离策略，全力确保航天员生命安全。

此外，这次发射任务，是批次长二F火箭和全新的地面设备首次应用于载人发射任务，较上一发火箭，长二F遥十五火箭进行了全面升级优化，其中技术状态改进45项。同时，测控、供气等地面设备也进行了11项改进。

据航天科技集团一院长二F火箭副总设计师刘峰介绍，新批次火箭的控制系统应用了起飞时间偏差修正技术，使火箭点火时间出现偏差时，可以在一定范围内自动修正轨道完成入轨和交会对接任务。同时，型号队伍对遥测系统也进行了升级迭代，使遥测精度得到进一步提升。

全新的地面设备显著提升了发射场工作效率。在控制系统上，新地面设备进行了产品化设计，多个型号可共用，减少了重复试验和分析；在确保可靠性、安全性、冗余度的基础上，测发控系统地面设备由50多台整合为

30多台，体量、体积进一步减少；将控制系统和利用系统融合为一个系统，减少一半岗位人员。

火箭和地面设备的新技术状态变化，提高了火箭的可靠性、安全性和抗风险能力，射前发射流程操作也更加自动化、更简便，减少了人为操作失误风险。

高可靠、高安全、高适应性是长二F火箭始终不变、摆在首位的目标。此次发射，研制人员集中于消除一些发现和认识到的薄弱环节，在提高可靠性方面进行了26项技术状态变化和更改。用航天科技集团一院长二F火箭总体主任设计师常武权的话说：“从90分提高到91分，其背后的工作并不比从50分提高到90分少。”目前，火箭的可靠性提高到0.9895，安全性达0.99996。

舱体密封件可安全使用30年

在外太空环境下，密封性能是飞行器的关键。动、静结构与机构的密封构成了飞船、空间站的舱体结构密封系统，对隔离舱体与外层空间、支撑舱内安全独立的生存环境起着至关重要的作用。由于外太空的复杂环境，要求密封件在高真空、高低温交变、紫外辐射、带电粒子辐照和原子氧侵蚀、组容易挥发等特殊环境下使用不产生降解、老化和龟裂等，始终保持可靠的密封性能。

另外，由于舱内载人环境的特殊要求，密封材料还必须具有极低的挥发性且无毒、无污染。未来，航天员将在空间站长期驻留实验，必须保证舱内压力、温度、湿度、气体成分等航天员生存条件。其密封件除要求密封性能安全可靠外，还要求材料安全无毒，能经受住-70℃至200℃高低温交变等各种空间复杂环境的长期考验。

经过试生产，航天科技集团四院研制的密封件尺寸精度完全满足要求，尺寸超差范围不超过0.01毫米，相当于头发丝的1/5。所选用的每种材料都经过近百次试验验证，确保了其安全性能，可安全使用30年。

航天员从神舟十五号载人飞船进入空间站，要经历多次穿舱活动，需要打开和关闭舱门。其间，维持航天员在舱内生存的气体绝对不能泄漏，舱门是否密封良好具有决定性作用，因此，精准快速检测舱门的密封性至关重要。

航天科技集团五院510所研制的舱门检测仪，作用就是检测神舟飞船的舱门是否达到密封状态。它通过内部的核心传感系统，感受压力和温度的变化，在很短的时间内判断舱门是否关闭完好，并向航天员提供“舱门已关好，可脱舱服”的指令。

早期的神舟飞船是整舱加压，通过检测整舱胎压变化来判断舱门的密封性，这种方法虽准确、可靠，但缺点是耗时长。舱门快速检测仪对此进行了改进，实现了对神舟飞船舱门和对接面的快速、准确检测，填补了国内在该领域的空白。目前，舱门快速检测仪已经成为载人航天器的必需品，为航天员舱内活动提供坚实的安全保障。

本报酒泉11月29日电

神舟十五号乘组将开展六个方面工作

- 开展空间站三舱状态长期驻留验证工作。
- 完成15个科学实验机柜解锁、安装与测试，开展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。
- 实施3到4次出舱活动，完成梦天舱扩展泵组和载荷暴露平台设备安装等工作。
- 验证货物气闸舱出舱工作模式，与地面协同完成6次货物出舱任务。
- 开展常态化的平台测试、维护及站务管理工作。
- 开展在轨健康防护锻炼、在轨训练与演练等工作。

费俊龙 17年后再次出征

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 占康

17年后，费俊龙与他的战友聂海胜踏雪出征。17年后，东风航天城又用一场瑞雪迎来英雄出征。“17年前，我执行神舟六号任务，现在回想起来还心潮澎湃，历历在目。今天，我能够再次为祖国出征太空，我感到非常自豪、无比激动。”费俊龙说。

1982年，空军在江苏省昆山市招飞。经过层层选拔，费俊龙如愿成为一名空军飞行员。航校4年，由于成绩全优，费俊龙在空军第九航空学校初教机飞行期间就被留校任教，比同期入伍的战友提前3个月完成全部训练内容，随即进入飞行教员的飞行训练。

1995年，第一批航天员选拔工作在空军飞行部队展开，费俊龙毫不犹豫地报了名。1998年1月，他如愿成为中国首批航天员。来到航天员大队，费俊龙面临的第一个坎就是基础理论学习。当了十多年飞行员，现在重新坐进课堂，《载人航天工程基础》《航天医学基础》《解剖生理学》……许多课程都要从头学起，晚上12点前基本没睡过觉，这个习惯一直保持至今。

2005年10月12日9时，神舟六号载人飞船拔地而起，费俊龙和聂海胜乘坐飞船进入苍穹。为了让地面的科技人员和亲人、战友放心，告诉大家他们在太空适应得很好，费俊龙接连做

了4个漂亮的“前滚翻”，完成后，他和聂海胜会心一笑。

2009年4月，费俊龙担任中国人民解放军航天员大队大队长，这也是首次由航天员担任大队长职务。第二批航天员成长很快，两三年后，刘洋、王亚平先后飞上太空。

严谨细致是费俊龙给人的第一印象。在这次任务训练时，他要求乘组一定要考虑到天地差异，一丝不苟将动作做到位。比如安装零件时，他从包里拿出一个小配件就合上包，将包固定，再拿一个，再合上。他说，在太空如果不合上包，配件就会飘出来，如果钻到舱内设备里，有可能会带来安全隐患。因此，在地面也得严格按照太空真实环境去操作。

17年来，费俊龙训练锻炼从不停歇，每周都会进行3公里以上的长跑锻炼，身体各项指标始终保持优良，连体重上下浮动都不会超过1斤。因为他始终有一个信念：重返太空。



图为费俊龙。 孔方舟 摄

邓清明 25年坚持梦想

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 占康

“太空不会因为故事感人就向我张开怀抱，人生能有几回搏。”这是邓清明第三次出现在问天阁，不同的是，这一次，他以神舟十五号任务乘组航天员的身份亮相。为了这一刻，他整整等了25年。

邓清明说，25年是一个十分漫长的过程。一次次与任务擦肩而过，有过失落，也有过泪水。“但我从没有彷徨过，更没有放弃过。作为航天员，守守飞天初心，永不停歇训练，是我的常态更是我的姿态。”

从32岁进入航天员大队时风华正茂，到56岁终于圆梦太空时两鬓斑白，邓清明已经宠辱不惊。他说，当确定为神舟十五号任务乘组航天员时，他内心十分平静，想的更多的是珍惜机会，扎实训练，不辜负使命，做一个让组织放心、让乘组放心的人。无论年龄多大，能够被祖国需要就是最幸福的事。

邓清明说，25年是一个十分漫长的过程。一次次与任务擦肩而过，有过失落，也有过泪水。“但我从没有彷徨过，更没有放弃过。作为航天员，守守飞天初心，永不停歇训练，是我的常态更是我的姿态。”

已知天命的邓清明日复一日地参加繁重的训练，就像一个时刻守在战壕里的狙击手，始终睁大眼睛紧盯目标，憋着劲儿要去扣响扳机。他希望自己不辜负这个机会，不辜负大家。

上机械臂是项难度较大的操作，脚穿着厚厚的鞋子没有感知力，靠腕部反光镜来调节相

对位置。在这种情况下，把巨大的鞋子卡到脚限位器上几厘米宽的卡槽中，这几乎是项盲操作，主要靠反复训练后形成感觉。

第一次在水下练习上脚限位器时，邓清明费了九牛二虎之力把脚塞进去一半，一不小心没稳住，脚又滑脱了。这时，他的体力消耗已经很大，呼吸也变得粗重。工作人员建议他先休息一下，他执意要继续下去，一直练习了约20分钟，终于成功上了脚限位器。

“再来一次！”等到当天水下训练课程结束时，邓清明要求再单独进行上机械臂练习。上岸后，他已经累得快虚脱了，让他兴奋的是，终于熟练地掌握了这项技术。

“对我来说，我可以利用一生去默默准备，但不允许在任务来临的时候，我却没有准备好。为梦想而坚持，为事业而奋斗。”邓清明说。



图为邓清明。 孔方舟 摄

张陆 12年沐雨经霜

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 占康

为了这次载人飞行任务，46岁的张陆准备了整整12年。他说，概括起来就是：12年夙兴夜寐，12年沐雨经霜。“12年里，有一个信念始终在我心头萦绕，那就是飞天，为了个人的梦想飞天，为了民族梦想飞天！”

少年张陆曾想当一名歌手。高二时，他报考了一所音乐学院，还被选入学校特长生培训班。当他畅想未来的时候，一纸飞行员招生通知书改变了他的人生。看到学校下发的招生通知，他和同年级200名男生都报了名。经过三轮选拔，学校最终有3人入围，其中就包括张陆。

水下训练服是刚性结构，相当于一个“人”形飞船，张陆的肩比较宽，每次把胳膊塞进服装或者出服装，都要费尽九牛二虎之力。训练时，在水里一待就是五六个小时，整个人的四肢被固定在水下服里，痒了痛了都只能咬牙坚持，饿了渴了只能喝水。

面对这次要执行的任务，张陆充满信心。他说，这是他执行任务的黄金年龄，无论是心理、身体和能力，都已经做好足够的准备。对于太空半年驻留期的业余生活，张陆早有安排。写书法，唱唱歌，他对即将到来的太空生活充满了向往。

一开始，张陆的这项成绩是二级。航天员



图为张陆。 孔方舟 摄



图为长征二号F遥十五运载火箭托举神舟十五号载人飞船顺利升空。
汪江波 摄