



# “问天”赴“天宫” 有何看点？

7月24日14时22分，中国空间站问天实验舱在海南文昌航天发射场由长征五号 B 运载火箭托举升空。作为我国空间站建设的第二个舱段，问天实验舱将为空间站带去哪些新装备？航天员在太空的工作生活会迎来怎样的变化？

## 功能强、装备全：中国空间站喜迎“新居”

“问天实验舱由工作舱、气闸舱和资源舱三部分组成，舱体总长17.9米，直径4.2米，发射重量约23吨。相关指标比天和核心舱更高，是我国目前最重、尺寸最大的单体飞行器。”航天科技集团五院空间站系统副总设计师刘刚说。

不仅有着大块头的体格，问天实验舱更是一个集平台功能与载荷功能于一体的“全能型”选手。

据介绍，问天实验舱与天和核心舱互为备份，关键平台功能一致，可以完全覆盖空间站组合体工作要求，既发挥定海神针般的双保险作用，也为空间站未来15年可靠运行打下坚实基础。

“两舱对接组成组合体后，由天和核心舱统一管理和控制整个空间站的载人环境，一旦天和核心舱出现严重故障，问天实验舱能够快速接管，主控空间站。”航天员中心问天实验舱环控生保分系统主任设计师罗亚斌说。

一个更重要的细节是，问天实验舱配备了目前国内最大的柔性太阳翼，双翼全部展开后可达55米。太阳翼可以双自由度跟踪太阳，每天平均发电量超过430度，将为空间站运行提供充足的能源。

问天实验舱是空间站系统中舱外活动部件最多的舱体，大量的舱外设施设备能够更好地保障出舱活动，也为更精细的舱外操作提供支持。

在问天实验舱的气闸舱外，还有一套5米长的小机械臂。这套7自由度的机械臂小巧、精度高，操作更为精细。未来，小臂还可以与核心舱大臂组成15米长的组合臂，在空间站三舱组合体开展更多舱外操作。

## 时间紧、难度高：“胖五”进行“增肌瘦身”

作为我国空间站建造工程的“运载专列”，被人们昵称为“胖五”的长征五号系列运载火箭此前已成功将天和核心舱送入太空，此次则是首次执行交会对接任务。

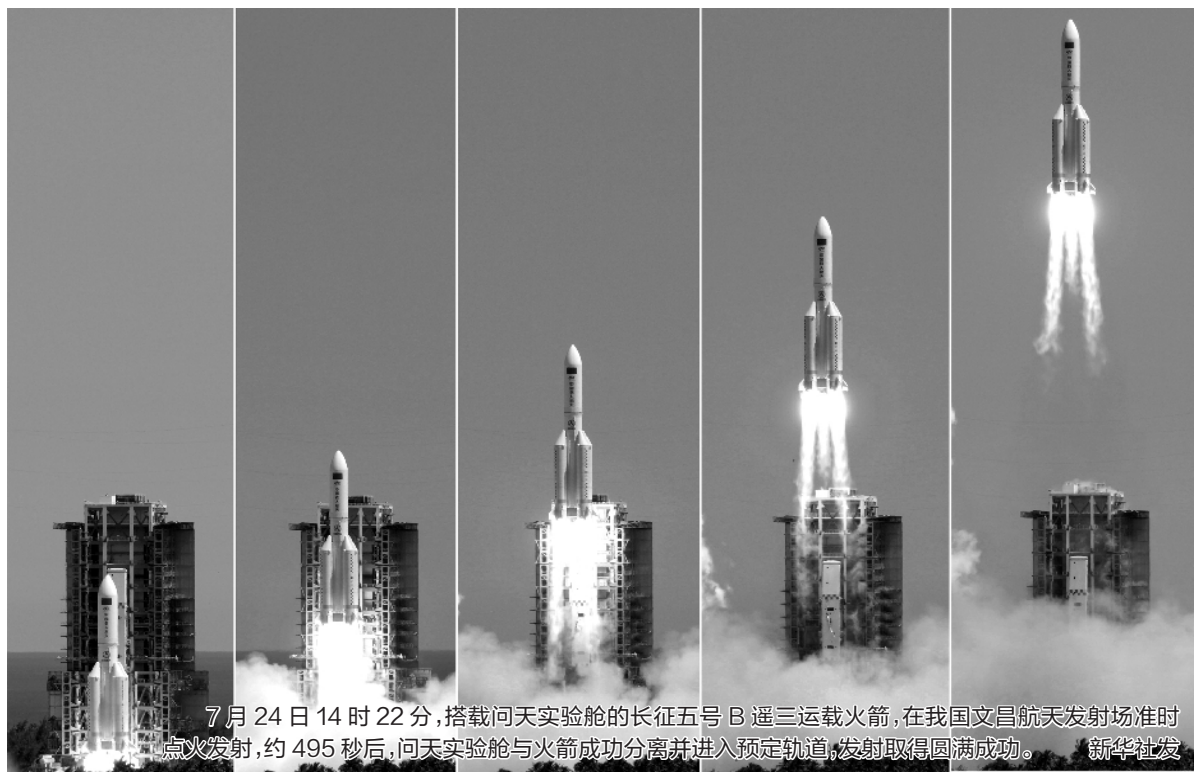
此次长五 B 不仅要发射我国迄今为止最重的载荷，还面临着低温推进剂加注问题和复杂的射前流程，难度可想而知。

点火阶段，型号队伍对射前10分钟的发射流程进行了优化，将部分流程前置。在距离发射数分钟时，火箭就已完成发射前各项准备工作，具备了点火发射能力，为突发情况留出决策、处置的时间。

长五 B 还应用了起飞时间修正技术，让火箭的控制系统可以自动计算偏差、调整目标轨道，最大修正时间为2.5分钟。

“即使火箭没能完全按照预定窗口发射，只要在2.5分钟这个窗口时间里，都能通过后期的轨道修正精准完成入轨和交会对接。”航天科技集团一院长征五号 B 运载火箭副总师娄路亮说。

为不断提高火箭可靠性，安全、精准地将问天实验舱送到目的地，型号队伍还对长五 B 进行了有针对性的“增肌瘦身”，在生产工艺等方面进行了30多项改进。



7月24日14时22分，搭载问天实验舱的长征五号 B 遥三运载火箭，在我国文昌航天发射场准时点火发射，约495秒后，问天实验舱与火箭成功分离并进入预定轨道，发射取得圆满成功。新华社发

”，在生产工艺等方面进行了30多项改进。

随着发射次数增多，科研人员对火箭技术状态的认识也不断深入。此前，长五 B 在发射场的发射准备时间约为60天。本次任务进一步优化到了53天，为后续提高火箭发射效率、应对高密度常态化发射奠定了基础。

## 大吨位、半自主：“太空之吻”有新看点

问天实验舱入轨后，将与核心舱组合体实施交会对接——23吨的问天实验舱与40多吨的核心舱组合体，将是我国目前最大吨位的两个航天器之间的交会对接，也是中国空间站首次在有人状态下迎接航天器的来访。

重量重、尺寸大、对接靶子小、柔性太阳翼难控制……对所面临的一系列棘手难题，航天科技集团五院问天实验舱 GNC 分系统副主任设计师宋晓光打了个形象的比方：“如果按重量来看，载人飞船对接像开小跑车，可控性强；货运飞船对接像开小卡车；而到了问天和梦天实验舱，就如同要把一辆装备豪华的大房车停到一个小车位里。”

为成功实现“太空之吻”，设计团队从问天实验舱初样研制起就经过几轮实测，对问天实验舱的数据参数精准把握，并提升算法达到更强的适应能力和纠偏能力。同时，采用半自主交会对接方案，实现交会对接过程中的稳定控制。

在轨期间，问天实验舱还将实现平面转位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，从而腾出核心舱的前向对接口，为梦天实验舱的到访做好充分准备。这将是我国首次航天器在轨转位组装，也将是国际上首次探索以平面式转位方案进行航天器转位。

## 更舒适、更安全：太空生活“条件升级”

对在轨航天员来说，两舱对接形成组合体，意味着我们的太空家园从“一居室”升级到更宽敞的“两居室”。

问天实验舱的工作舱内设有3个睡眠区和1个卫生区。完成对接后，空间站后续可以支撑神舟十四号、十五号两个乘组6名航天员实现“太空会师”和在轨轮换，在太空面对面交接工作。

航天员中心舱外服总体试验主任设计师李金林说，在天和核心舱的基础上，问天实验舱在吸音、降噪、减震等方面也进行了优化升级。

此前，航天员在天和核心舱只能通过节点舱实现出舱。节点舱作为空间站的交通枢纽，空间较小，航天员每次出舱前还需要关闭各个对接通道的舱门，进行大量准备工作。

此次问天实验舱则配置了一个出舱人员专用的气闸舱。一方面，气闸舱的空间和出舱舱门的尺寸都比节点舱更大，航天员进出更舒展从容，也更易携带大体积的设备出舱工作。另一方面，从气闸舱出舱时，只需关闭一道舱门，操作更便捷。

未来，气闸舱将成为航天员在空间站的主要出舱通道，一旦气闸舱出现问题，航天员还可以从作为备份出舱口的节点舱返回，确保出舱活动的安全。在气闸舱外的暴露实验平台上，还配置了22个标准载荷接口。“在空间站搭载的科学实验载荷，可以通过机械臂精准‘投送’到自己对应的载荷接口位置，不再需要航天员出舱进行人工操作，既降低了航天员的工作强度和风险，又可以灵活高效支持舱外载荷试验。”航天科技集团五院问天实验舱空间技术试验分系统主任设计师赵振昊说。

据新华社电

# “太空之吻”能否成功 “零窗口”发射很关键

据新华社电 问天实验舱升空后将与天和核心舱交会对接，这将是长征五号 B 运载火箭首次执行交会对接任务。专家指出，此次发射面临载荷最重、尺寸最大等多重难点，而长征五号 B 运载火箭的“零窗口”发射，是确保问天与天和成功实现“太空之吻”的关键一环。

“此次发射，问天实验舱需要与天和核心舱进行快速交会对接，因此，火箭必须在规定时间发射，否则问天实验舱将无法到达指定位置。”航天科技集团一院长征五号 B 运载火箭总体副主任设计师刘秉说。

交会对接就好比在太空“穿针引线”，为了更加精准、可靠地完成好这个任务，长五 B 团队“上了三道保险”。

“第一道保险”是“起飞时间修正技术”。航天科技集团一院长征五号 B 运载火箭控制系统主任设计师苏磊介绍：“‘起飞时间修正技术’让火箭的控制系统可以自动计算偏差、调整目标轨道，即使火箭没能完全按照预定窗口发射，在0到2.5分钟这个时间段内任一时间点发射，火箭都可以在飞行过程中自动修正因推迟发射导致的飞行偏差，将实验舱精准送入预定轨道。”

“这有点像汽车的自动驾驶技术，只是长五 B 这辆重达数百吨的‘汽车’要做到‘自动驾驶’可不容易。”火箭科普专家钱航说，长五 B 创新运用姿态控制增益优化和复合引导方法，提高了火箭姿态控制精度。

“第二道保险”是发射场流程优化。刘秉介绍：“长五系列火箭系统复杂，发射场各项流程种类繁多。我们总结前7次发射经验，对射前10分钟的发射流程进行优化，距离点火2.5分钟就完成了发射前各项准备工作，如果有问题能早发现、早解决。”

为全方位提高可靠性，长五 B 团队的“第三道保险”包括：对火箭发射的地面设备进行了全面的检修维护、更换和完善；新增4项、更新18项应急预案，如对推进剂泄出重新组织发射预案进行了进一步细化和完善；对火箭的运载能力进一步评估、折算，扔掉箭体中的“累赘”，为火箭释放了更大的运载能力。