

舷窗裂纹触发20天“地空大考”

中国航天第一次应急发射的背后故事

2025年11月，即将凯旋的神舟二十号飞船在例行检查中突现舷窗裂纹，原定次日的返回任务紧急暂停。中国载人航天工程当机立断，启动首次载人应急发射程序。地面团队夜以继日研判风险，在轨航天员冷静配合转移。最终，神舟二十号乘组改乘神舟二十一号飞船安全返回，随后，神舟二十二号备份飞船紧急升空接替值守。这场历时20天的“天地联合大考”，检验了中国航天完备的应急预案与强大的体系韧性。

如何克服重重困难，高效应对突发事件？从预案到实战，中国航天第一次应急发射经历了怎样的20天？记者采访了航天多位系统总师，为大家揭秘这背后的故事。

舷窗现裂纹应急启动

2025年11月4日，神舟二十号返回前两天的例行检查中，航天员突然发现返回舱舷窗边缘出现三角形异常痕迹。“第一眼看到下行照片，感觉不太好判断，像有漆粘在上面。”中国航天科技集团五院载人飞船系统总设计师贾世锦回忆，他第一时间调取照片，心里“咯噔”一下。

指令迅速下达：航天员从不同角度、光线拍摄细节，空间站机械臂从舱外辅助取证。这些照片连夜传至地面，国内十多个玻璃行业专家紧急会诊。“核心要搞清楚两个问题：是不是裂纹？是不是贯穿性的？”贾世锦说，舷窗是三层结构，最外侧防热层是返回时抵御1000°C高温的第一道防线，一旦破损后果不堪设想。

经过彻夜研判，专家们达成共识——这是一道贯穿性裂纹，从内到外穿透整个玻璃。“太不可思议了，飞船被空间碎片击中的概率本就极低，还偏偏打到舷窗倒角这种应

力集中的部位。”贾世锦坦言，当时团队既震惊又揪心。确认风险后不到12小时，任务总指挥部果断决定，神舟二十号返回任务推迟。“只要不放心、不托底，推迟一点没关系，安全永远是第一位的。”中国载人航天工程办公室主任助理季启明的话，定下了应急处置的总基调。

地面团队随即展开双重工作：一方面复核神舟二十号舷窗设计、生产、试验数据，排除设计缺陷；另一方面启动仿真分析和背靠背风洞试验，模拟返回时裂纹的变化。“最坏情况是裂纹扩展导致玻璃脱落，舱内失压，高速气流涌人引发连锁损坏。”贾世锦说，哪怕风险再小也不能冒险。11月8日，专项评审会明确神舟二十号不满足载人安全返回条件。此时，神舟二十号乘组已在太空超期驻留3天，与神舟二十一号乘组形成6人同时在轨的局面，这是中国载人航天史上首次。

天上的储备充分到超乎想象

“6个人只有一艘能返回的船，还只有3个座位。”中国航天员科研训练中心副总设计师吴大蔚坦言，那段时间他每天神经都紧绷着。外界最担心的物资问题，在他看来却“不成问题”：“天上的储备充分到超乎想象。”

神舟二十一号乘组上行时，不仅携带了自身所需物资，还搭载了后续储备食品和一台热风烘烤机——类似地面的空气炸锅。“本就计划让两个乘组共享这些食品，多住几天根本不影响。”吴大蔚解释，氧气供应更无需担忧，空间站的再生系统可通过电解冷凝水、汗液等产生氧气，“只要有水就有氧，水也是循环再生的”。后来因返回推迟，原定“短期出差”5~7天的4只实验小鼠“超长加

班”，航天员还把自己的豆浆、水分给它们，回来时小鼠个个健康。

比物资更重要的是心理支撑。吴大蔚说，航天员们表现出的专业超出预期：“他们第一时间分析舷窗情况，判断是贯穿伤，和专家结论一致，还主动说‘服从地面决策，任何结果都接受’。”这种坦然源于信任，而地面的支持从不空洞。“我们不搞无效安慰，而是把他们当职业人员对待，用专业沟通替代情绪安抚。”吴大蔚介绍，地面组建了专业心理团队，家属、战友、领导也定期连线，形成“核心到外围”的心理支持网。航天员们也没闲着，提前复习神舟二十一号操作技能，测试飞船匹配参数，“把等待时间变成准备时间”。

三圈快速返回纪录

11月10日，应急预案正式启动。神舟二十号乘组搭乘神舟二十一号返回，同时启动神舟二十二号应急发射。为何选择神舟二十一号而非备份船神舟二十二号？季启明解释：“前者与神舟二十号状态基本一致，后者仪表板和布局做了优化，航天员适应成本更高。”

最大的挑战来自返回模式。为让航天员尽早回家，地面团队决定启用神舟二十一号原计划的3圈自主快速返回方案，比传统5圈返回缩短3个多小时。“这个方案原计划半年后才用，相当于提前‘转正’。”北京航天飞行控制中心载人飞船型号副总师李晓明坦言，当时心里“提着一口气”。

关键改进在于返回制动参数由地面计算改为飞船自主更新。“以前地面算好传给飞船，这次飞船自己算，首次实施时真怕它算

错。”李晓明说，地面团队和飞船“同步算账”，每一步都核对结果。当看到飞船自主计算数据与地面完全一致时，大家才敢放心启用。11月14日14时49分，返回指令发出，神舟二十一号轨道舱与返回舱分离，陈冬、陈瑞、王杰三名航天员正式“改签”回家。

返回过程中最揪心的是黑障区穿越。“这是测控盲区，环境不确定因素多，又是首次用自主参数，最怕天地失联。”李晓明说，地面提前布下“天罗地网”：中继星、测控站、测量船、活动站全方位值守，“一双眼睛盯不住，就用备份眼睛补”。16时40分，东风着陆场传来消息：返回舱成功着陆，航天员状态良好。“飞控中心大厅里，大家悬着的心才算放下。”李晓明至今记得那瞬间的安静，随后是压抑不住的欢呼。此时，距离舷窗发现裂纹正好10天。

16天抢发背后的攻坚

神舟二十一号撤离后，空间站进入短暂“空窗期”，舷窗受损的神舟二十号只能作为应急避险船，发射神舟二十二号成为当务之急。正常情况下，长征二号F火箭发射需30多天准备，而此时酒泉卫星发射中心还在执行其他卫星任务，资源冲突严重。“要么让卫星任务停下，要么提前发射，我们选择后者，科学让路更高效。”酒泉卫星发射中心测试发射领域责任总师贺鹏举说。

一场与时间的赛跑开始了。飞船加注设备准备原本需要72小时，为压缩时间，贺鹏举找到飞船六院801所所长魏青，对方当即表态：“增派人手轮班，连续36小时干！”就这样，团队省去休息时间，把准备周期缩短一半。11月19日，实践三十号A、B、C星提前发射，为神舟二十二号腾出设施资源。原计划21日转场的船箭塔组合体，20日下午就提前转运，“把紧张的节点抚平一点”。

此时的飞船研制团队更是“五线并行”：既要保障神舟二十一号返回，又要推进神舟二十二号发射，还要规划神舟二十号后续处置、神舟二十三号和二十四号出厂提速。“最开始几天连轴转，几乎没睡觉。”贾世锦说，无人发射看似只是少了航天员，实则要重新完善预案——原来航天员能在轨操作的项目，现在都要调整流程。神舟二十二号的仪表还做了小型化升级，腾出空间多带样品。11月25日12时11分，长征二号F遥二十二火箭点火升空，3.5小时后飞船精准对接空间站，16天应急发射任务圆满完成。

“神二十二乘组”永远空缺

随着神舟二十二号舱门被航天员从舱外打开，这场持续20天的“太空应急大考”落幕。飞船上搭载的除了食品、果蔬，还有神舟二十号舷窗裂纹处置装置。季启明透露，后续将在航天员出舱时进一步检查裂纹，并用装置防护，最终神舟二十号将以无人状态返回，“拿到最真实的试验数据”。

此次事件也给中国航天提了醒。贾世锦分析，裂纹由不到1毫米的空间碎片撞击导致，“返回舱防热要求高，不能加额外防护，只能强化自身结构硬扛”。他透露，后续将提升航天器抗碎片撞击能力，“至少要防住这个量级的威胁”。

更特别的是，“神舟二十二号航天员乘组”将永远空缺。按照惯例，乘组编号与飞船一致，下一个乘组将直接命名为“神舟二十三号航天员乘组”。“这个空缺是警示。”贾世锦说，载人航天没有100分，连续成功后更要保持警醒，“工作标准不但不能降，还要更高”。目前，神舟二十三号已提前两个月冲刺明年1月出厂，神舟二十四号也瞄准明年夏季出厂，中国航天在应急考验后，脚步更显坚定。

