

# 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,神舟二十号返回前一天的例行检查中,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景。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℃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,高速气流涌入引发连锁损坏。”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 and 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”。

### 三圈快速返回创纪录

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飞船神舟二十二号?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、陈中瑞、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”,舷窗受损的神舟二十二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日转场的火箭塔组合体,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。

