

长七火箭飞天 快递使命必达

——长征七号运载火箭总设计师谈研制和发射工作

程堂明



执行天舟二号发射任务的长征七号五子发射塔架，整装待发。(二〇二一年五月) 新华社发

如果说天舟货运飞船是太空快递员，为中国空间站在轨建造和运营提供装备和物资，那么长征七号运载火箭就是搭载“天舟快递员”的“货运专列”，专门负责护送其飞抵空间站。作为长征七号总设计师，我这些年来从没有一丝放松，没有分毫懈怠，与其他成员一起攻坚克难、精益求精，确保完成快递直达空间站的光荣使命。

攻坚克难 终获成功

2021年初，我被任命为长征七号运载火箭总设计师。彼时，中国空间站工程关键技术验证和建造阶段任务即将实施，举世瞩目。当年4月底，中国空间站天和核心舱发射成功，接下来出场的是天舟二号货运飞船，其任务是携带供3名航天员所需的消耗品、舱外航天服、平台物资，与天和核心舱进行空间交会对接，为后续飞行任务和空间站在轨继续建造奠定坚实基础。

托举天舟二号货运飞船进入太空，完成飞天使命的火箭就是长征七号。这就意味着，在轨建造中国空间站的接力棒交到了我们手中。天舟二号是天和核心舱迎来的第一位“访客”，该次发射任务的意义非常重大，必须千方百计确保成功。对此，我们团队信心十足。

然而，让人意想不到麻烦还是出现了。就在发射时间窗口确定为“2021年5月20日凌晨”不久，在按程序开展煤油加注、液氧预冷、大流量加注等作业时，突然“跳出”一个异常数据，让现场的气氛顿时凝重起来。在这个“箭在弦上”的关键时刻，到底产生了怎样的问题？导致问题的根源是什么？我们焦急万分！

经过现场讨论和研判，我们认为可能是尾舱内出现了泄露。于是，我立即安排试验人员进入箭体尾舱进行排查。然而，火箭已经加注了500余吨推进剂，尾舱内温度低、空间狭小，充满着氮气，人员进舱必须戴呼吸面罩，查找漏点不仅非常困难，而且风险很大。

箭体外壁上的冷凝水哗哗在流，时间一分一秒在流逝，我们眼看着错过了时间窗口，只能中止发射，瞄准第二天的时间窗口。

在轨建造中国空间站是举世瞩目的重大工程，相关任务环环相扣，如果长征七号故障不能得到及时排除，天舟二号飞船就无法按计划发射，后面的任务全都会受影响。在这样的环境和背景下，我们当时承受的压力之多、之大是可想而知的。

我们以坚强的意志顶住压力，在发射现场全力以赴、不眠不休、连续奋战，继续开展故障排查和定位。北京大后方也是灯火通明，专家们通宵达旦，一起帮我们把脉诊断。经过各方不懈努力，我们终于在进入第二个发射时间窗口之前约两小时查出了导致故障的“真凶”。鉴于处于加注状态的火箭已经停放了30多个小时，而更换故障部件必须泄出全部推进剂，指挥部决定，中止发射并泄出全部推进剂。

在接下来的一个多星期，我们彻底排除了故障，对全箭各系统状态再次进行了确认，通过补充测试得出结论：火箭状态良好。5月29日，长征七号燃料加注完成。20时55分，随着发射指令发出，长征七号冲天而起，直上九霄。而后，各项数据均显示正常，约600秒后，飞船与火箭成功分离，精确进入预定轨道。21时17分，太阳能帆板两翼顺利展开工作，发射取得圆满成功。大家紧张地盯着各项数据，直到箭舱分离那一刻，心头压着的一块大石头才放下来，长舒了一口气。

我第一次当火箭总设计师，竟然遭遇两次中止发射意外，经历了中国航天史上低温推进剂加注停放最长时间、最大规模推进剂泄出再加注的事件，留下刻骨铭心的记忆。今天，当时的一幕幕依然清晰地呈现在眼前，时刻警示我，必须有敬畏之心，切实培养“严谨细实”的工作作风，踏踏实实做好每一个环节，必须精益求精，追求完美和极致；时刻警示我，做事必须有预案，尤其是对火箭这类复杂的系统，只有“立足最好做方案，着眼最坏做预案”，把所有可能的状况都考虑进去，才能最大程度提高成功的概率。

奋斗八载 铸就神箭

在加入长征七号团队之前，我先后参与过长征二号F火箭和长征五号火箭的研制工作。通过这两段经历，我和长征七号结下特殊的缘分。



程堂明肖像画。

张武昌绘

2008年11月，长征七号团队正式组建，开始了该型号的深化论证和研制工作，但是在最初的两三年里，该型号火箭的名字并不是“长征七号”，而是“长征二号F/H”，简称“长二F/H”。研制该型号火箭的初衷并不是为了开发一款全新的火箭，而是对长征二号F火箭进行改造，通过更换新型液氧煤油发动机，满足无毒、无污染的环保要求。但在论证中，研发团队发现，更换发动机将引发连锁反应，会彻底改变火箭其他系统的状态。

长征五号是我国新一代运载火箭，其在论证之初存在大、中、小三型方案，其中中型方案与“长二F/H”存在技术和用途的重叠。有关方面经过周密论证，决定化繁就简，综合长征二号F火箭的成熟技术和长征五号的新技术，研制一款中型火箭。2010年6月，“长二F/H”正式更名为“长征七号”。长征二号F火箭主要用于发射神舟载人飞船，继承了其血统的长征七号一直向载人火箭的标准看齐，从设计、试验到生产的全过程一直延续高可靠、高安全、高要求的标准。

长征火箭“家族”增添了新成员。根据工作需要，我就从长征五号研制团队转入到长征七号研制团队。虽然该型号火箭是在之前的基础上进行研发，但是我们仍然需要面对重重困难，走过长达8年艰辛历程。

在论证之初，我们就为长征七号定下了“高可靠、高安全”的研制目标，以可靠性系统工程理念谋划全生命周期的研制工作。在设计上，我们提出了可靠性9要素设计，其中包括冗余设计、裕度设计、力学热学环境设计、气液密封设计、防雨防盐雾设计等，制定了详细的设计准则和禁忌，力求从根本上提高火箭的可靠性和环境适应性。在试验方面，我们开展了可靠性强化试验，在产品样机阶段快速激发薄弱环节便于改进，开展了拉偏试验、破坏试验等，摸清关键产品的极限能力，鼓励单机、系统尽可能多参加系统级试验，提前检验系统接口协调性。在产品生产过程中，我们强调工艺量化控制，关键环节要多方确认，保证产品的质量稳定性和一致性。

回顾研制历程，我深感那是一段激情燃烧的奋斗岁月。尤其是初样后期两年多时间，我们团队辗转奔波于北京南苑、北京云岗、天津、海南4地，同步推进设计完善、产品生产、总装测试、大型试验、发射场设备装调等各项工作，每个人都上紧了发条，为型号研制忙忙碌碌，为破解难题殚精竭虑，为每一次试验成功欢欣鼓舞。

2016年6月，长征七号迎来执行任务“首秀”，这也是文昌航天发射场建成后第一次执行发射任务。当时，我作为长征七号副总设计师，见证

并全程参与其中。此次发射可谓行云流水、一气呵成，证明了我们的研制试验等工作是充分的、到位的，也证明了该型火箭可靠的性能。

“把成功作为信仰。”这是运载火箭系统常说的一句话，表达了我们共同的心声。然而，取得成功从来不易，尤其是随着空间站建造任务推进，火箭发射频次日益提高的背景下。我们必须摒弃传统上靠长时间、高成本保障成功的老路，开辟高质量、高效率、高效益为特征的可持续发展新径。为此，我们持续采取流程优化的手段并取得丰硕成果。比如，按照传统操作，长征七号遥五火箭必须在发射前12小时进入流程，我们采用煤油和液氧并行加注，把时间大幅压缩，使其在射前8小时进入流程即可。

展望未来，我对长征七号在确保质量前提下进一步提升效率的前景很乐观，比如就测发效率而言，目前的水平是火箭进场后27天可完成发射，后续有望进一步压缩到20天至23天。

航天情怀 星辰大海

1992年，中国载人航天工程正式立项实施。1993年，我从北京航空航天大学毕业，进入中国运载火箭技术研究院总体设计部工作，可谓正逢其时，我不仅非常幸运地赶上了中国载人航天工程起步并迎来大发展的黄金时机，而且参与了“长征二号F”“长征五号”“长征七号”等火箭型号研制工作，它们均是承担中国空间站建造任务的主力。在此过程中，我一个跟着前辈学习锻炼的年轻人，逐步成长为带领新一代航天后辈攻坚克难、冲锋陷阵的领军人。

说来有些遗憾的是，我从事航天事业30年了，参与了很多航天任务，但很少有机会亲眼目睹火箭发射，因为发射时，我需要在指挥大厅工作。我们通过大屏幕，紧盯着视频画面和火箭飞行数据，直到屏幕切换到成功的“标配”——让人喜气洋洋的大红屏。直到这时，我才能松一口气，而后与大家一起尽情享受成功的喜悦。

有一次发射让我印象极为深刻。那是2021年9月20日，中秋节的前一天，长征七号圆满完成天舟三号货运飞船发射任务。指挥大厅的屏幕照例是喜庆的大红，而后突然切换到一个画面——蓝紫色的星空背景下，有几句用行楷字体书写的词慢慢铺开：一轮秋影转金波，天又即将泊，乘风好去，长空万里，飞去会天和。品味激动人心的胜利喜悦，欣赏清新典雅的唯美词作，那一刻真是美妙无比！

长征七号是我们的孩子，我们给他长情的陪伴，对他的成长倾注无尽的心血。他每次出征太空前，我都前往深情相送：距离点火发射约4小时，我会来到发射塔架，从上到下走一遍，仔细端详火箭一番，心中默默叮嘱：“孩子！好好的，飞稳点。”是的！他懂得我的意思，从没有辜负过我的期望。

天宫空间站已经建成，属于中国人自己的“太空之家”在九天之上与星辰为伴，探索宇宙的奥秘。我们长征七号团队使命在肩，今后该型号火箭每年将护送1艘到2艘货运飞船飞天，为“天宫”长期运营提供强有力支撑。

星空浩瀚无垠，太空探索永无止境。这里，我想告诉从事航天事业的青年朋友，航天的舞台很大，可以充分展示你的才华；航天的未来很远，可以助力实现你的梦想。让我们把个人的梦想融入时代发展的大潮，在建设航天强国的征程中，建立功勋，成就非凡的人生。

(本文为长征七号火箭总设计师，由林佳昕、杨成根据作者口述整理)

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心与本报合作推出

浙江省嘉兴市南湖区「培智」「引智」成果丰硕
「让人才」「软实力」成为乡村振兴「强动力」

正在热火朝天进行的晚稻收割让应超兴奋不已，作为浙江嘉兴市乡村振兴青年先锋“金牛奖”获得者之一，他执掌的绿康农业开发有限公司又喜获丰收，约30台收割机正在田间紧张地作业。根据初步估算，该公司今年的平均亩产有望创新高。

应超是名90后，也是浙江省嘉兴市南湖区首位农业植保无人机飞手。他利用5G数字化现代农业管理理念，实现了全程机械化和稻米全产业链，还教出了数十名无人机飞手，让南湖区水稻种植实现了“空中机械化”，让大面积稻田管理变得更为精确高效。目前，绿康农业带动周边大户从事稻米标准化种植100余户，带动就业约60人，周边农户每亩增收约250元。

乡村振兴，关键在人。应超这样扎根乡村又不断拓展的年轻人，正是南湖区乡村振兴的新希望、新未来。

地处鱼米之乡、浙北粮仓的嘉兴市南湖区，近年来在强化乡村振兴人才支撑方面进行了大量探索。

南湖区在全省首推“人才e点通”和“人才码”，在全市首推人才创新创业引导基金，打造“南湖人才研究院”人才政治引领品牌、“红船服务南湖联盟”人才服务活动品牌……区域最优人才生态的打造让该区人才发展有了强支撑。

在农业领域，南湖区连续十多年开展农民素质提升工程，为不同情况的农村人才提供高素质农民培训、农村实用人才培训、农业技能培训，年年开展农创客培育，将各类农业农村政策及时高效地传递给农村人才。

近年来，南湖区委人才办以《创新嘉兴·优才支持计划》《“星耀南湖”拔尖人才计划实施办法》为抓手，对包括乡村振兴人才在内的本土人才开展优化遴选，对拔尖人才给予项目资助、成果激励、贡献奖励、安居保障、生活服务等多方面支持。

今年初，“葡萄大王”朱屹峰拿下了浙江乡村振兴共同富裕带头人“金牛奖”，他是嘉兴市助力乡村振兴人才中的标志性人物，荣获全国五一劳动奖章、全国劳模模范等荣誉近70项，成为国家级农函大讲师、高级农艺师、浙江省第一批乡村振兴实践导师。这位初中还没毕业的专家感叹，自己创业过程中历经了多次失败，是各级政府部门从政策、资金、技术培训等多方面给了他大量支持，助他迅速成长。

同是土生土长农业人才的石胜荣，把多样性综合种植园区“神润斋”打造成了南湖区美丽乡村经典线路中不容错过的一站，还建起一所农民田间学校，为农户提供种植指导。现在，永红村花卉种植户已达300余户。

沈福良的福良蜗牛养殖专业合作社已经成为国内最大的蜗牛养殖专业合作社，蜗牛产量达2860吨，带动全国500余名养殖户开展养殖，拉动养殖户户均增收10万元至30万元。

目前，南湖区已经形成了立体式乡村振兴人才队伍，不仅有“土专家”，还有海归人才、返乡创业人才也加入这支队伍中，助力该地乡村振兴事业发展。

留英硕士水晶晶，建起了全市唯一的鲜食玉米繁育推广省级种业创新平台，与各大农业科研院所合作，引种近200个蔬菜品种，请种植户们上门感受品种优劣，引进推广。目前，他的公司销售区域从“长三角”向中部地区延伸，去年企业营收达到了2000余万元。

甜瓜种植能手褚富宝、胡鹏，种植并销售水蜜桃的陈慧慧，带动村民一起销售农产品的高磊燕，潜心乡村旅游业运营的高金蝉、许慧……日益壮大的高素质人才队伍，为乡村振兴奉献力量，让这片热土越来越富裕，越来越美。

(朱丽瑜 张 苗 陈长青)

黑龙江 哈尔滨 第十届中俄工程技术论坛举行

本报电 近日，以“打造开放新高地 厚植新质生产力”为主题的第十届中俄工程技术论坛暨2023中俄数字经济高峰论坛在哈尔滨举行。

俄罗斯科学工程协会联合会第一书记德鲁卡连科在论坛上表示，当前数字技术融入了高科技产品开发的各个阶段，工程技术人员及其发展成为确保科技和经济发展的重要资源，打造中俄两国科学技术和知识成果交流平台，共同解决当前面临的技术难题和不断出现的新挑战十分必要，希望双方共同推进在数字经济和工程技术等领域的开放合作。

论坛上，中国工程师联合会与俄罗斯工程教育协会签订加强工程师能力建设谅解备忘录；海外创业者中国（黑龙江）行活动成果签约，中俄创新创业交流项目、龙江（哈尔滨新区）国际开源创新社区开发者社区平台合作项目签约。

本次论坛由中国科学技术协会、俄罗斯科学工程协会联合会、黑龙江省人民政府主办，设置了主论坛、新质生产力论坛、中俄青年科技论坛等分论坛及系列活动，吸引中俄两国的700余名专家和相关机构、企业代表参加。

(文 心)

浙江 建德 航空飞行大会召开



近日，以“宿建德江 逐蓝天梦”为主题的建德航空飞行大会在浙江省建德市召开。大会推出航空科技和产业论坛、航空器飞行展览等多场活动，促进通航产业向无人化、数字化、网络化、智能化转型升级。近年来，建德航空小镇深耕低空领域，加强科技投入和人才引进，发展通航产业。图为部分参与展演的飞行器。

(邹俊峰)