

一张超级大网 如何接住返回的火箭

2026年7月10日，长征十号乙运载火箭在海南商业航天发射场成功升空，将卫星顺利送入预定轨道。约6分钟后，完成任务的一子级按照预定程序返回，并在海上回收平台通过网系捕获方式成功回收。这是我国首次成功实施运载火箭可控回收，也是全球首次实现运载火箭网系回收，标志着我国在重复使用火箭技术领域取得重要突破。为什么火箭需要回收？“网系回收”又是如何实现的呢？

为什么要回收火箭

长期以来，运载火箭都是按照“一次使用”的模式设计的。火箭在发射过程中，需要依靠一级、二级甚至多级发动机产生巨大推力，将卫星、飞船等有效载荷送入太空。当火箭完成任务后，大部分箭体结构便会按照预定轨迹坠落，无法再次使用。

这种方式虽然技术成熟，但也存在明显不足。

首先，火箭制造成本极高。现代大型运载火箭包含大量高性能发动机、复合材料结构以及复杂电子设备，每一次发射都需要重新制造大量关键部件。如果火箭只能执行一次任务，就意味着大量昂贵设备被消耗掉。

未来人类对进入太空的需求将快速增长。如果每次发射都依靠全新的火箭，成本压力巨大。因此，发展重复使用火箭技术成为世界航天发展的重要方向。所谓重复使用火箭，就是让火箭完成发射任务后，通过主动控制返回地面，经过检测、维护和翻新后再次执行发射任务。

重复使用技术最大的意义在于降低航天运输成本，提高发射效率。就像飞机可以经过维护后多次飞行一样，未来火箭有望成为一种可以循环使用的太空运输工具。

什么是网系回收

网系回收是一种利用大型捕获网系统，对返回中的火箭一级进行接收和固定的回收方式。简单来说，火箭完成发射任务后，一级箭体与上面级分离。随后，一级火箭通过发动机重新启动，调整飞行方向和速度，返回预定回收区域。当火箭接近海上回收平台时，平台上的大型网系装置会展开，对下降中的火箭进行捕获，使其安全停留在回收区域。

与传统的垂直着陆回收方式不同，网系回收并不要求火箭像飞机一样精准降落在平整地面，而是通过捕获装置完成最后阶段的固定。

网系回收中的“网”并不是普通绳网，而是一套由高强度材料、机械结构和控制系统组成的复杂设备。

整个回收过程可以分为以下几个阶段：首先是分离阶段。火箭一级完成主要推进任务后，与二级分离。其次是返回调整阶段。一级火箭利用自身发动机重新点火，通过姿态调整改变运动方向，使其返回回收区域。随后进入精确捕获阶段。火箭需要在高速下降过程中保持稳定姿态，并进入海上平台设定的捕获范围。最后是固定阶段。网系装置完成捕获，对火箭进行约束和缓冲，使其安全停留。

关键技术有哪些

网系回收能够成功实施，离不开多项关键技术的支撑。

高精度制导与导航技术

►海上回收平台通过网系捕获方式成功回收长征十号乙运载火箭一子级。 新华社发

火箭返回过程中，必须准确知道自身位置、速度和姿态，并根据实时情况调整飞行轨迹。这需要综合利用惯性导航系统、卫星导航系统以及多种传感器，实现厘米级甚至更高精度的控制。火箭不仅要“飞回来”，还要准确进入回收平台上方的指定区域。

可重复启动发动机技术 返回阶段需要发动机再次点火，对火箭进行减速和轨迹修正。因此，火箭发动机必须具备多次启动能力，并能够在极端环境下保持稳定工作。发动机不仅要承受发射阶段的高温高压，还要满足重复使用要求，这是重复使用火箭发展的核心技术之一。

智能控制与自主飞行技术 火箭返回过程速度快、环境变化复杂，无法完全依靠地面人员实时操作。因此，需要先进的软件系统进行自主判断和控制。

智能控制系统能够根据飞行状态实时调整发动机推力、箭体姿态和运动轨迹，提高回收成功率。

高强度轻量化材料技术 重复使用火箭需要经历多次飞行循环，因此箭体材料必须同时满足轻量化、高强度和耐高温要求。

新型复合材料、耐热材料以及先进制造工艺的发展，为火箭多次使用提供了重要保障。

海上回收平台与捕获系统技术 网系回收的核心装备就是海上捕获平台。平台不仅要保持稳定，还需要具备快速响应能力。

捕获网需要精准判断火箭进入时机，并通过缓冲、固定等机构吸收冲击力，确保火箭安全回收。这一系统实际上融合了机械工程、自动控制和材料科学等多个领域技术。

长征十号乙运载火箭成功完成网系回收，意味着我国在重复使用火箭领域迈出了重要一步。从发射升空，到精准返回，再到被回收平台捕获，火箭完成的不只是一次飞行任务，更是航天技术发展理念的一次转变。网系回收技术的突破，将推动我国商业航天、卫星组网以及深空探索向更高效率、更低成本方向发展，为人类更加频繁、更便捷地进入太空提供新的可能。

据科普中国

受过伤的飞行员 为何还能继续飞

众所周知，对于飞行员的体检非常严格，哪怕有一丁点的缺陷，都会被筛选掉，比如说伤疤。说到这里可能有人会问了，那些因驾驶战机出事故，弹射逃生受伤的飞行员，同样也有伤疤，为何他们能留在蓝天上飞？

我们来分析一下有伤疤为何不能当飞行员。首先在天空中，大气压比地面上的气压要低，当飞行员从地面飞到高空，人体内的血压会往外释放，所以身体上的疤痕会因为气压而造成二次伤害。

其次，由于现在的战机都是超音速飞行，飞行员除了受到气压的影响外，还受到重力的影响，也就是物理学上的重力加速度，这两种压力使得飞行员不能有半点伤疤出现。

说完了坏处，再来说有什么防护措施，其实就是飞行员身上所穿的防护服，这两种压力在科研人员眼里，根本就不是问题，一套防护服就能解决。

如今的飞行员防护服已经足以媲美宇航员的防护服，比如U-2侦察机上的加压防护服，在高空基本不受大气压的影响。况且战机的座舱是密闭的，即使一不小心漏气了，还有氧气罩护着，这也就是我们常看到飞行员戴着氧气罩的原因。

所以说，并不是飞行员一点伤疤也不能有，还是要看具体的个人情况，哪怕接受过大手术，只要通过地面检测，一样可以重新成为战机飞行员。

本报综合报道

马的眼睛 竟能做到350度无死角

马是眼睛最大的陆地哺乳动物，水平视野可达350度，几乎能瞥见身后的动静。通常，人类双眼视野（水平方向）范围约180度。不过，遗憾的是，马看不到红色，因为它属于蓝绿二色性视觉动物。它的眼睛结构为何如此特别呢？

北京环境科学学会科普教育分会副主任马庆宇解释，马的眼睛确实很大，单眼视野有190多度，可视范围极广。但350度终究不等于360度，存在部分视野盲区，比如身体正后方、口鼻前方和下方。如果马不扭头、不抬头或低头，就无法看清这些区域。所以马有时会晃头，以此看清楚眼前物体。这也是我们接近马时，被要求从马的侧前方靠近，切勿从正后方逼近的原因——避免突然惊吓到它，引发踢人行为。

“马的确是蓝绿二色性视觉动物，它看不到红色。”马庆宇补充道，马的视锥细胞主要对蓝色和绿色敏感。这种双色视觉使其能清晰地辨别蓝天、草地等关键环境特征。它眼中的草原背景比人类看到的更干净、简洁，便于快速发现闯入这片“单一环境”的天敌。

同时，双色视觉系统还能帮助马寻找食物，区分可食用草类与有毒植物，让它在黎明、黄昏等暗光环境下保持较高视觉敏感度。再加上大眼睛如同相机一般，进光量大、成像更清晰，即便光线不足，马也能及时察觉到天敌的踪迹。

本报综合报道