

★ 新成果速递

光电分布式孔径系统——

飞行员的“电子眼”



众所周知，战机在飞行过程中面临的威胁来自四面八方，但身处座舱中的飞行员可以观察到的范围却是有限的。虽然雷达和无线电告警器可以实时探测来自未知方位的威胁，但是能让飞行员“眼见为实”的技术依旧是各国发展的重点，这其中的代表就是“光电分布式孔径系统”。

“光电分布式孔径系统”(EODAS)是利用布置在战机周身的多个光电传感器，为飞行员提供球形视野。该系统采用分布式孔径技术，在机身外6个方向上布置了球形覆盖的传感器，从而为飞行员提供全方位态势感知。

工作过程中，6个传感器获取机身周边各个角度的战场原始图像，通过光纤总线传输至综合处理机，综合处理机对六通道图像进行同步检测，比照目标威胁库判定机型，形成目标数据集。同时，综合处理机对图像进行预处理、边缘融合拼接后，形成视觉可接受的全景红外图像，再传至飞行员头盔显示器。

飞行员犹如身处“VR”世界中，视线可以穿透飞机外壳。由于头盔瞄准显示器具备跟踪飞行员视线的功能，飞行员只要转动头部、盯紧目标、按下标定按钮，目标的各种相关数据即可映入眼帘。

除了让飞行员具备球形视野，EODAS还能与机载雷达、光电瞄准系统、雷达告警装置等其他系统和平台集成，实现攻防兼备。EODAS本身属于被动探测手段，隐蔽性很强，战机可以先通过EODAS搜索目标，当其发现目标后可将目标数据上传至中央计算机，引导机载雷达对目标进行精确照射，然后发射导弹进行攻击。这样，本方雷达就不需要长时间开机，降低了暴露的可能。另外，EODAS可以和雷达告警装置互补，实现“射频-红外”双重告警，保护战机的安全。

目前，EODAS经过多次试验，可探测到1300千米以外发射的火箭，并对其长达9分钟的跟踪，直至火箭发动机熄火。未来，随着遥控传感技术的进一步发展，EODAS系统或将成为高端战机的“标配”。

(兰顺正)

新型复合材料——

航空器可“自修复”

众所周知，当飞机在飞行过程中被不明物体撞击后，受损零部件必须整体更换，但费用往往十分昂贵。

瑞士研究人员近日宣布研究出一种可自我修复的材料，该材料可以在结构受到损伤后轻易实现自我修复。其原理是在复合材料中加入自修复剂，当复合材料受损后，只需利用便携式热空气喷枪将受损部位加热至150℃，激活材料内部的修复剂。受损部位将在60秒内实现愈合，并且不会改变材料原有结构。实验证明，修复后的材料抗裂能力将是原材料的1.3倍。

当然，这种自我修复材料也存在局限性，如果受损复合材料中的内部纤维遭到破坏，材料将无法愈合。即便如此，研究人员表示，该种新型材料将会在航空航天飞行器、舰船以及车辆装备等领域拥有广阔应用前景。

(张涛、徐兵辉)

★ 高技术前沿

随着人类航天活动拓展到月球、水星、火星，以及太阳系外的星空，世界各国对太空探索的热情越来越高涨，国内外民营航天事业蓬勃发展。同时，我们也应看到，载人航天毕竟是在巨大风险的“太空旅行”，如何建设高可靠性的逃逸系统，在航天发射出现危险情况时确保航天员的生命安全，日益成为太空探索的首道“安全阀”。

千钧一发：逃逸系统上演“生死时速”

■张竣教 张玉昆

太空之旅“步步惊心”

早在1961年，苏联就成功发射了世界上第一艘载人飞船。从那时起，即便航天发射的成功率日渐提升，但载人航天器依旧没有达到尽善尽美的程度。在过去的几十年时间里，人们遭遇过各类重大险情，超过30名航天员因此殒命。尽最大可能保证航天员的生命安全，理所当然成为世界各国高度关注的重要课题。

载人航天器的飞行过程包括发射、上升、下降和着陆等阶段，对应的救生系统也分为发射台紧急撤离、发射上升段救生、上升段高空应急救生、着陆冲击救生、轨道上救生等多个部分。其中，航天员面临的重大威胁还是在火箭发射阶段。2018年10月，“联盟MS-10”飞船在发射后不久发生故障，危险瞬间到来。所幸飞船及时进入紧急状态，两名航天员从8万米高空成功上演了“天地大逃亡”。

作为世界上第一个成功实现载人航天飞行的国家，苏联最早设计的逃逸方案，就是颇为简陋的弹射座椅。这种逃逸系统脱胎于普通军用飞机的救生设备，主要用于航天员在重返地球阶段弹射出舱，曾装备过“东方”系列载人飞船。在那个连返回舱都尚未成形的年代，看似简陋的弹射座椅，却承担着将航天员带离险境的艰巨使命。

随着“上升”系列飞船开始配备返回舱，航天发射逃逸系统逐渐兴起。这种逃逸系统能在火箭发射升空出现故障时，启动最上端的应急系统，使得飞船与火箭及时分离，让航天员脱离危险。

逃离险境的“诺亚方舟”

仔细观察用于载人飞行发射的火箭，火箭的尖端部位好似都安装了一根“避雷针”，这就是作为救生装置的逃逸塔。

一旦火箭在发射过程中发生轨道偏离、点火不正常等意外情况，地面控制人员就会向飞船发送逃逸指令代码。得到逃逸指令后，逃逸塔就会以



最快的速度将载人飞船带离火箭并启动自带发动机，将飞船带到远离发射台的安全地带降落，从而挽救航天员的生命。因此，逃逸塔也被称作航天员的“生命之塔”。

逃逸塔最初主要应用于人类“水星计划”。早在整体设计阶段，研究人员就创造性地设计了一套安装在飞船顶部的逃逸系统。逃逸塔系统在火箭发射过程中承担着双重使命，一旦火箭在升空阶段出现异常，逃逸塔就是航天员实现瞬间逃生的“诺亚方舟”。即便火箭全过程飞行顺利，逃逸塔也必须随时处于待命状态，以确保能随时应对各种突发情况。

看似匆忙的“逃逸行动”，其中却包含着诸多精心设计的“大学问”。逃逸可分为整舱逃逸和个人逃逸两种，根据逃生环境又可细分为大气层逃逸和在轨逃逸，大气层逃逸还包括主动段逃逸和再入段逃逸两种情况。使用逃逸塔逃逸，也可分为配有整流罩和无飞船整流罩两种逃逸方

案，“联盟”系列飞船主要采用的是配有整流罩的逃逸塔方案。

当然，航天发射逃逸系统并不仅限于逃逸塔。载人航天的救生装置一般包括弹射座椅、逃逸塔、分离座舱和载人机动装置等，它们各自在飞行的不同高度发挥作用。当飞行高度位于2千米至10千米时，航天员既可使用弹射座椅弹射出舱，也可以启动逃逸塔自救。当飞行到10千米至110千米高度时，就只能启动逃逸塔救生了。

如果险情发生在逃逸塔分离之后，火箭整流罩上仍然有可以用于分离的火箭发动机，使得运载火箭和飞船分离。当整流罩抛离后，如果这时再出现故障，航天员只能通过分离飞船返回舱的方法，搭乘返回舱返回。即便是飞船的逃逸系统在遭遇险情时没能自动启动，航天员依旧可以通过座舱内的手动按钮紧急启动逃逸系统。此次“联盟-FG”火箭事故，航天员就是手动启动的逃逸系统。

载人航天的首道“安全阀”

应急逃生是一个极为复杂的系统，航天发射逃逸技术也成为评判一个国家航天实力的“试金石”。航天逃逸的每个环节都相互影响、相互制约，不仅需要故障诊断系统在最短时间确认故障并发出指令，也对各类设备和航天员自身素质提出了很高要求。一旦航天发射逃逸过程中任一环节出现差错，都会让整个救生过程功亏一篑。

在守护人类太空飞行事业上，逃逸系统创下过许多辉煌。人类历史上第一次成功实现高空救生，发生在1975年4月苏联“联盟-18A”飞船准备与“礼炮”号空间站对接时。当火箭飞到144千米高度时，火箭制导系统突然发生故障，导致其偏离轨道并带着飞船开始翻滚。逃逸系统紧急启动，使飞船返回舱与火箭分离。飞船



按照返回程序，载着航天员降落到离发射场1600千米之外的西伯利亚西部山区。

目前用于载人航天发射的火箭均带有逃逸塔系统。通常情况下，逃逸系统的工作时间可维持到发射后100秒左右，这期间即便是发生危险，也可以通过逃逸系统挽救航天员的生命。

作为人类历史上发射次数最多的火箭和载人飞船，俄罗斯“联盟”号火箭和“联盟”号飞船已经在不断排除故障险情中，具备了极高的安全性。1983年9月23日，苏联“联盟-U”型运载火箭搭载“联盟T-10-1”飞船升空，但火箭在点火后发生故障，逃逸塔系统迅即启动，带着飞船成功脱离火箭并安全降落。

此外，人们也在不断完善新一代航天设备中的逃逸系统，如采用更为新颖的推式逃逸系统，通过将逃逸发动机装在飞船上，在遭遇紧急情况时实现飞船与火箭快速脱离。此次“联盟MS-10”飞船在弹道下降过程中舱段分离，飞船逃逸系统准确执行了发射阶段的救生程序，从而安全脱险。

图片来自互联网

首例5G远程颅脑手术——3000公里犹如近在咫尺

■罗国全 宗瑞 本报记者 闫金久

远程医学诞生于20世纪50年代末。随着网络信息技术的飞速发展，远程医学实现了跨越式发展。日前，解放军总医院第一医学中心与海南分院神经外科合作，成功进行了首例5G网络环境下远程操控人体颅脑手术。此次手术不同于以往的远程会诊，而是借助5G技术直接操控机器人进行手术。

以往的远程医学治疗是依托4G网络进行的，具有较大局限性。一方面，它只能通过电视画面实现远端和近端的对话，实质上仅相当于远程会诊；另一方面，由于传输速度的限制和远距离传输延时的存在，即便进行远程手术操作，其结果也将会十分危险。

近年来，5G网络技术迅速发展，其每秒高达数10Gb的传输速度和小于100毫秒的远距离传输延时，有效弥补了4G网络的短板，已经在医学和社会生活许多领域得到应用。

此次远程医学治疗，患者位于北京，医生却在距离北京3000公里外的海南三亚。手术选择的是难度极大的脑

深部电极植入手术，俗称“脑起搏器”植入，要求医生将脑深部电极非常精准地植入到患者治疗靶点上。该靶点位于大脑中心部位，比黄豆粒还小，这对手术的精准度提出了很高要求。

手术开始前，首先由通信公司建立起北京和海南之间的5G网络连接，之后功能神经外科专家凌至培教授远程遥控操作位于北京手术台上的机械臂，进行手术的关键步骤——脑内微电极植入和神经核团电信号记录。此步骤完成后，再由北京手术室内外的专家完成剩余操作。记者在海南现场看到，医生给予患者微电流刺激后，困扰患者10余年的震颤症状立即消失，手术达到预期效果。

据了解，为了完成伤病员不同部位的战创伤救治，过去需要不同专科医生同时进行手术治疗。但实际情况是，在危险恶劣的战场环境下，前线往往没有足够数量的医生。“5G技术+手术机器人”模式如果变为现实，就意味着前线医护人员只需将机器人探入伤口，之后



交由后方专家团队远程操控机器人完成手术即可。这样将有效满足前线患者对优质医疗资源的要求，为患者得到更好治疗创造了条件。解放军总医院第一医学中心神经外科主任余新光教授对记者说：“远程手术的成功，对我军战创伤救治具有重大意义，必然会使

现有战创伤救治模式。”

此次远程手术，成功验证了5G网络环境下远程手术的可行性。下一步，解放军总医院远程医疗专家团队，将继续探索利用国产机器人实现更为复杂的远程颅脑手术操作，推动远程手术技术和医学应用不断走向成熟。专家们呼

吁，应加大对远程手术机器人和远程控制软件系统的集中攻关，尽早突破远程手术技术瓶颈，推动远程医疗和卫勤救治创新发展。

上图：凌至培教授在海南通过笔记本电脑远程控制手术器械。

宗瑞摄