

近日,探月工程四期鹊桥二号中继星在中国文昌航天发射场成功发射升空。长征八号遥三运载火箭飞行24分钟后,星箭分离,将鹊桥二号中继星送入预定地月转移轨道。在火箭发射的过程中,我们经常能听到“分离”这个词,

比如“助推器分离”“整流罩分离”“船舱分离”,等等。一枚火箭造价不菲,为什么又会在发射过程中“分离”出许多结构呢?

今天,我们就来聊一聊火箭“分离”的秘密。

多级火箭：“轻装”进入太空

■郎子聪 本报记者 王凌硕



高技术前沿

火箭越飞越快的秘密

其实,火箭在升空过程中分离部分结构也是“不得已而为之”。

要实现宇宙航行,火箭的速度至少要达到第一宇宙速度,即每秒7.91千米。

让我们先做一个假设。如果把巨大的运载火箭做成单级,那么,全部推进剂只能贮存在这一级火箭的贮箱内。这样,不但要增加贮箱的容积,还要因为承受推进剂增多而加厚贮箱箱壁,进而导致贮箱重量增加。火箭飞行过程中,贮箱会越来越空。空出的贮箱壳体成为无用的质量,而推进剂释放出的能量不仅要加速卫星或飞船,还要加速这部分无用的空贮箱。贮箱越重,加速空贮箱所消耗的推进剂就越多。这样会导致火箭最终无法达到第一宇宙速度。

对此,早在1903年,俄国火箭专家齐奥尔科夫斯基就提出了一个著名的“理想火箭方程”。他推导出:提高火箭的输送能力,要么提高推进剂的能量,要么减轻火箭的结构重量。齐奥尔科夫斯基提出,可以建造“用完一级扔一级”的多级火箭,同时实现这两个目的。而这一设想,已经成为现实。

从20世纪开始,为了能让火箭顺利升空,各国大多采用多级火箭。多级火箭由很多“节”组成,每一“节”都是一个单级火箭,它们有自己的发动机、推进剂、控制系统和伺服机构。这些单级火箭串联或并联起来,就组成了多级火箭。

不论是中国的长征二号F运载火箭,还是美国的战神火箭、欧洲的阿里

亚娜火箭,世界上许多国家的火箭,大多采用三级结构。第一级点火后,推动火箭升到一定高度。燃料烧完后,火箭的第一级脱落,与此同时,第二级开始点火。这样,火箭烧完一级就脱落一级,越飞越轻,速度也越来越快,直至冲出大气层,飞向太空。

那么,火箭的级数是不是越多越好呢?并不是这样的。火箭级数越多,需要连接和分离的结构就越多,这样会增加火箭结构质量并降低其可靠性。而且火箭级数超过一定的次数后,对于提高速度的作用就越不明显。因此,目前火箭大多不会超过四级。

分离全靠空中“爆炸”

火箭的每一次空中分离,都靠“爆炸”实现。

所谓“爆炸”,是指爆炸螺栓内部装填炸药,工作时会发生爆炸并炸断螺栓,使连接断开从而实现相应结构分离的过程。

以长征二号F运载火箭为例,在飞行时,它要先实现逃逸塔分离、助推器分离、级间分离、整流罩分离和箭筒分离等几个步骤。

逃逸塔分离——逃逸塔在火箭的最前部,它的作用是,在起飞前900秒到起飞后的160秒之间,如果发生意外,就可以带着火箭的返回舱和轨道舱脱离,从而帮助航天员迅速逃离险境。

助推器分离——助推器是一种小型火箭发动机,它的作用是使火箭迅速飞离发射器并加速到预定的发射速度。长征二号F运载火箭上捆绑着4个助推器,每个助推器与一子级之间有前、后两个连接点。当助推器接到分离指令,助推器上的分离小火箭先点火,随后,爆炸螺栓和药圈组件同时引爆,使前、后连接点断开解锁,4个助推器借助分离火箭的推力离开火箭。

级间分离——级间分离的作用是,抛掉推进剂耗尽的下面级,以确保剩余部分能够以更高的效率继续加速升空。长征二号F运载火箭在实现级间分离时,控制系统同时发出一、二级分离和二级发动机点火指令,级间分离面上的爆炸螺栓同时引爆,使级间连接解除,已点火的二级发动机推动火箭加速向前飞行。此时,二级发动机喷出的高速燃气流喷射在一级氧化剂箱前壁上,一级火箭飞行速度随之降低并逐渐离开火箭。

整流罩分离——在火箭发射过程中,为了保护飞船不受外界环境侵害和降低空气阻力,火箭设计师为它套上了一个“罩子”,即整流罩。然而,火箭进入大气层后,整流罩会剧烈振动,并给火箭施加额外的阻力。这时候,就不得不分离整流罩以提高火箭的运行效率。整流罩与箭体的分离过程,也叫抛罩过程。整流罩有一个横向分离面和一个纵向分离面。火箭飞行一段时间后,整流罩横向分离面上的爆炸螺栓起爆,横向分离面被解锁。随后,整流罩的纵向分离面通过机械解除连接。此时,整流罩纵向分离面两侧的压缩分离弹簧向外推动两个半罩,使它们绕着横向分离面上的挂钩式铰链旋转。转到一定角度时挂钩式铰链自动脱钩,两个半罩就会向外侧抛出。

箭筒分离——当火箭的最后一级将飞船送入预定轨道后,火箭的使命已基本完成。为了使飞船能够独立在轨道上运行,确保火箭的最后一级不对飞船产生影响,需要将飞船与运载火箭进行分离。箭筒分离系统由箭筒锁紧装置、压缩分离弹簧、反推火箭和侧推火箭组成。分离时,控制系统发出分离指令,箭筒锁紧装置的2个爆炸螺栓同时引爆,包带两端解锁,箭筒分离面解锁。24根系留弹簧立刻将两条包带拉到飞船支架上,再由4组限位弹簧限制包带横向运动,防止包带碰撞飞船。与此同时,4组压缩分离弹簧推动飞船加速离开二子级箭体,而二子级上的反推火箭和侧推火箭则会减慢二子级箭体的飞行速度,并将它推离飞船轨道,以保证飞船与二子级箭体之间的安全分离。

在一系列复杂的“爆炸”后,飞船就可以顺利达到第一宇宙速度,飞离地球,冲向太空。

掉落的残骸何去何从

通常情况下,火箭在发射过程中被分离出来的结构,会根据其重量、速度和高度等,分别掉落到发射台附近、坠落区和大气层这三个地方。

在火箭发射时,有细心的观众会发现火箭在刚刚呼啸震动时就开始“掉

渣”。这些主要是火箭外部的保温泡沫,在火箭发射时,会掉到发射台附近。当然,这些保温泡沫并不会对地面造成太大的影响。

火箭发射后几分钟内,火箭的逃逸塔、助推器、一级火箭、整流罩等重要组成部分,会相继分离。由于再入速度相对较低,有些残骸会回到地面预定范围内。

近年来,火箭发射频次越来越高。火箭残骸降落带来的安全问题,也越来越受人们关注。按照惯例,火箭在发射前会事先划出一个供火箭残骸降落的地区,基本都是选择一些人烟稀少的地区,一般长宽约几十公里的范围。火箭残骸掉落后,会由专人进行回收处理。

2019年,长征二号丙火箭成功把3颗卫星送入预定轨道。这次发射还取得了一项成果,即实现了子级火箭的精确落地。简单来说,就是让火箭的残骸精确降落在预定的地点。这项科技又叫“基于栅格舵的落区精确控制技术”。

或许有人会担心,火箭残骸掉落到会不会砸伤人?事实上,从20世纪70年代到现在,每年约有几百枚火箭的残骸掉落,但至今从未发生过一起伤人事件。火箭砸伤人的概率,要远低于被陨石砸中。

火箭的一些部分,如二级或三级火箭,会飞得更高。当它们完成任务后,由于大气层边缘附近的气体足以引起阻力,一部分残骸会逐渐降低轨道高度,直到重新进入大气层。在大气层中,这些部分会因为摩擦而燃烧掉,形成流星般的景象,最终化为灰烬。

当然还有一部分火箭子级,会停留在地球轨道上,变成“太空垃圾”。为了避免火箭残骸占用有限的轨道资源,影响太空环境,我国的火箭设计师们会通过受控离轨的方式进行处理。即利用火箭子级剩余燃料和部分发动机控制箭体脱离原本的运行轨道,向地球靠拢,最终在进入大气层的过程中焚毁殆尽。

近年来,随着航天科技的不断发展,航天器的回收技术日益成熟。这种技术让运载火箭在未来重复使用成为可能。可重复使用火箭是未来太空探索的重要发展方向之一,具有低成本、高效率、更加绿色环保等优势。当然,要实现这些目标,还有许多技术难题亟待攻克。

上图:3月20日8时31分,探月工程四期鹊桥二号中继星由长征八号遥三运载火箭在中国文昌航天发射场成功发射升空。

新华社图片

左下图:火箭助推器分离示意图。

资料图片

论见

3月7日,习主席在出席十四届全国人大二次会议解放军和武警部队代表团全体会议时强调,新兴领域发展从根本上说源于科技的创新和应用。要增强创新自信,坚持以我为主,从实际出发,大力推进自主创新、原始创新,打造新质生产力和新质战斗力增长极。

科技兴则军队兴,科技强则军队强。当前,新一轮科技革命和军事革命迅猛发展,战争的制胜观念、制胜要素、制胜方法都在发生重大变化。面对新兴领域的蓬勃崛起和挑战,我们必须坚持以我为主,增强创新自信,全面提升新兴领域战略能力,大力推进科技创新和应用,加快科技对新质战斗力的有效供给,朝着如期实现建军一百年奋斗目标奋勇前进。

以我为主,增强创新自信,须转变思维观念。新兴领域是随着经济社会发展、科学技术进步和人类活动范围拓展而出现的新型战略空间和关键技术领域,新情况、新问题、新挑战层出不穷,新技术、新业态、新模式不断迭出,学科门类众多、应用范围广泛,具有前瞻性、复杂性、交叉性等特征。唯有与时俱进,重塑思维观念才能有效应对。我们应牢固树立向新兴领域和科技创新要战斗力的思想,乐于学习、勤于思考、善于总结,培养自己敏锐的预见力、洞察力和创新的思维模式,主动研究大数据、物联网、人工智能等前沿动态,了解最新科技手段、科技成果和实践经验,正确掌握新兴领域的内涵、外延和特点规律,深刻认识新兴领域和新型作战力量在现代战争中的重要作用,自觉摒弃研究新兴领域和掌握前沿科技是专业人员和科研人员的事的错误观念,做到人人重视新兴领域,更多的人投身研究新兴领域,敏锐感知新兴领域发展动向,前瞻筹划先进技术战场运用,看清未来战场,把握战争规律,引领新兴领域未来发展潮流。

以我为主,增强创新自信,应注重自主创新。实践反复证明,关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的,必须不断加强科技创新,实现高水平自立自强。针对一些关键核心技术受制于人的被动局面,我们必须直面问题、迎难而上,聚焦重点方向集智攻关,组织优势力量打好攻坚战。全面提升新兴领域战略能力,优化军事力量结构,加快推进新型作战力量以“主力”“主角”身份融入作战体系,抢占军事竞争制高点,加快新质战斗力有效供给。此外,还应树立“众创意识”,激发群众智慧,鼓励广大官兵立足岗位大胆创新,切实推动基层部队战斗力跃升。抓紧构建国防科技创新体系,注重力量整合、资源统合、体系融合,把科技优势转化为能力优势、作战优势。探索实践边研制、边试验、边部署、边改进、边推广的模式,用超常规方法和对手抢发展、抢先机、比速度、比韧性、比战力,坚持战、训、研、建一体推进,用战场标准检验科技成果,

以我为主,增强创新自信

■申炜 韩培辉

打通从试训走向战场的“最后一公里”,努力实现“交装备就是交战斗力、强战斗力就是保打赢”,用实际行动提升新质战斗力。

以我为主,增强创新自信,要培养新型人才。战斗力构成要素的核心是人。人的创新能力越强,就能对战斗力各要素“赋能”,进而实现战斗力提档升级,形成克敌制胜的“最优解”。决胜于未战,决胜于人才。培养高素质、专业化新型军事人才,是加快提升新质战斗力的重要支撑。打赢具有智能化特征的信息战争,必须精准对接未来战场需求,加强传统作战力量人才转型培育,用好“科技+”“智能+”等资源,锻造高素质新型军事人才群体,最大限度激发新质战斗力各要素的活力。实践是人才成长的最好课堂。各级要坚持前瞻布局、体系设计、复合培养,紧盯短板弱项,加强实践历练,不断探索传统人才培养模式转型升级。要发挥青年官兵观念新、学历高、素质强、知识广的优势,着眼科技之变、对手之变、对手之变,把新型岗位作为历练成才的赛道,鼓励和支持青年官兵投身新型作战力量建设,在强军实践中经风雨、见世面、壮筋骨、长才干,奋力跑出强军加速度,加快打造高素质、专业化新型军事人才方阵,有效促进新兴领域战略能力全面提升。

大地磁暴“刷屏”的背后

■龚诗尹 郝超

热点追踪

近日,中国气象局国家空间天气监测预警中心发布大地磁暴预报,在网上“刷屏”,引发公众关注。其实,今年以来,全国各地已出现多次地磁暴现象。之所以会出现此类现象,原因在于空间天气的影响。我们知道,地球磁场是保护地球阻挡宇宙各种冲击的屏障,而太阳又是一个无时无刻不在进行核聚变的巨大天体,当太阳打一个“喷嚏”,吹出大量高能带电粒子的太阳风,或者太阳爆发导致的日冕物质抛射冲击到地球时,就会引起地球磁场在短时间内的剧烈变化,当这个变化足够大时,就会发生地磁暴。

通过预报我们可以得知,这次的地磁暴来自更为强烈的日冕物质抛射过程,也就是数以亿吨计的太阳物质以数百千米每秒的高速抛离太阳表面,从而形成类似爆炸的冲击波命中地球,而且此次日冕物质抛射过程发生的位置几乎正对地球。因此从地球看去,喷发物形成一个圆面,也就是“全景”,所以可能引起比较强的地磁活动。

大地磁暴是一种与太阳活动紧密相关的地球磁场异常现象,对地球的影响多种多样,但对公众日常生活的影响微乎其微,对人类身体健康几乎没有影响。主要会干扰地面通信和卫星信号,尤其是对动物迁徙,以及空间站的过轨产生影响。

受地磁暴对磁场的影响,卫星和空间站可能会因大气拖曳造成轨道高度有所下降,需加强对轨道的监测并根据需要进行轨道调控;卫星导航设备定位误差可能有所增大,但对公众日常使用导航等功能影响不大。

而对于地面通信系统,地磁暴可能会干扰卫星通信和无线电通信,导致通信中断或信号质量下降。在极端情况下,地磁暴还可能导致电网中的变压器受损,引发停电。

除此之外,在磁暴发生时,通常会带来极光。地磁暴期间,高能粒子从太空落下,撞击空气并使其发光。对于北半球来说,地磁暴越强,极光发生的范围就会越往南扩。去年11月30日至12月2日地磁暴期间,我国黑龙江、新疆、内蒙古、北京、河北等地出现极光,可见范围大,实属罕见。而今年3月这次地磁暴,在春分过后,是绝佳观测极光的时点。

针对地磁暴可能带来的影响,各国已经建立了空间天气监测预警系统,用以评估地磁暴的可能性和潜在影响。普通人可以通过关注相关机构的预警信息来做好防范准备。

近年来,我国空间一体化监测站网不断完善,空间天气监测预报预警能力不断提升,对空间天气事件的预测预报更加精准、精细。

2024年是太阳活动的高峰年,这意味着今年还会与多场地磁暴、太阳耀斑等太阳事件不期而遇,我们应保持平常心,科学看待空间天气事件的影响。

