

众所周知,大型火箭一般都是从陆地上发射。随着科技的发展和用户需求的提高,一种新的火箭发射方式——海上发射,应运而生。2019年6月5日,在我国无垠的黄海海域,乳白色的长征十一号运载火

箭矗立在巨型海上发射平台上,发动机轰鸣,尾焰闪烁。在海浪翻滚中,火箭腾空而起,直入云霄,正式拉开了中国运载火箭海上发射的序幕。不断带给世人惊喜的中国航天,将沿着海上“天路”再起航。

中国航天首次海上发射引发世界关注——

奏响中国航天“海之歌”

■本报记者 邹维荣 韩卓业

海上发射优势明显

近些年,中国航天飞速发展,“北斗”指路、“嫦娥”问月、“神舟”载人……一次又一次的火箭发射,让人们在天光地火间感受到了骄傲和自豪。

这些“天兵天将”都是从陆地航天发射场启航。在常人看来,陆地发射简单易行、稳定可靠,理所当然一直沿用。殊不知,海上发射有着陆地发射无法比拟的优越性,一直以来都是航天工作者梦寐以求的目标。

一般情况下,海上发射平台可以在海上进行大范围移动,而最为理想的发射地点是靠近赤道附近的低纬度区域。运载火箭在赤道附近发射,就能够最大限度地利用地球自转速度,节省火箭推进剂的消耗量,从而提高火箭的运载能力。

有资料显示,对于地球同步轨道卫星来说,从北纬5度左右的法国库鲁航天发射中心发射,要比在北纬28度左右的美国肯尼迪航天中心发射,节省15%的推进剂。

简而言之,原本需要重型火箭才能完成的发射任务,换到赤道附近发射,仅需要中型运载火箭就可顺利完成。而同型号运载火箭在赤道附近进行海上发射,可具有更高的运载能力,降低单位质量有效载荷的发射成本。

此外,随着信息技术的发展,人们对海上探测提出了更高要求,小倾角卫星可以实现对某一地区的高频次重访,有利于数据的获取。也就是说,如果火箭从赤道附近海上发射,就可以避免卫星轨道倾角变化所导致的能量消耗问题,从而有效提高卫星的在轨寿命。

通常,在陆地发射过程中,工作人员需要对火箭助推器、整流罩等分离体的实际落区进行人员疏散,确保不发生安全问题。此外,由于地理因素影响,陆地发射场的发射方位会受到很大限制。即便是在海边建设发射场,也会因为规避船舶航线或者渔场而受限。而对于设在大洋深处的海上发射平台来说,这些限制就可以统统免除,发射方位几乎不受限制,轨道设计也更为方便。

“海上发射还有利于简化测控方案。”担任此次海上发射任务的太原卫星发射中心相关技术人员介绍,“此前火箭从陆地发射场升空后,测控信号的发送和收取需要‘翻山越岭’,而在海上发射,无遮挡的海平面非常有利于快速、准确地进行测控信号的传输和使用。”

“快响利箭”担当大任

尽管海上发射有许多优势,但要实



现起来并非易事。在发射过程中,运载火箭需要经受海洋运输环境、自然环境、海况等不利因素影响,这些都对运载火箭和海上发射平台提出了更高要求。

对火箭而言,海洋中补给能力有限,测试发射工作要求越简洁越好。发射时,针对海面的晃动和高温热流的引导等问题,运载火箭要能采用合适的控制与发射方式。

作为我国长征系列运载火箭中唯一的固体运载火箭,长征十一号运载火箭具备全箭整体储存、星箭快速对接、环境自主保障、高效快速发射等特点,能够全天候在数小时内完成发射,是长征系列火箭家族中最适合进行海上发射的一型火箭。由于发射准备时间短,长征十一号运载火箭还有一个“快响利箭”的美称。

据了解,长征十一号运载火箭是我国第一型国家立项的固体运载火箭,也是目前规模最大的固体运载火箭。自2015年9月25日首飞至今,已经六战六捷,将25颗卫星成功送入轨道,创造了不凡的“战绩”。

2018年1月19日,“一箭六星”实现了我国固体运载火箭首次向外国卫星提供搭载服务;2018年4月26日,“一箭五星”创造了我国星座组网同一轨道面发射卫星数量最多的纪录;2018年12月22日,发射我国首颗低轨宽带通信技术试验卫星,创造了我国固体运载火箭履约周期最短的纪录。

对海上发射运载火箭而言,要求发射平台吨位大、稳定性好,能够适应火箭发射环境。中科院院士、航天科技集团科技委主任包为民介绍,承担火箭海上发射任务的发射平台是通过已有船舶改造而来,拥有专业的弹射装置,在海上采用冷发射形式发射火箭,即先通过高压燃气将运载火箭弹射到空中,然后在空中再进行发动机点火形成推力。

“尽管冷发射形式对海上发射平台本身影响较小,但从长远角度来看,这种技术无法满足大型火箭发射需求。”包为民说,“我们希望未来用于海上火箭发射的平台,在建造初期就能装备专用的发射装置,即采用热发射技术,实现火箭在平台上加注、点火、排走火焰,并承受高温火焰喷射的影响,这样才能确保我国实现大型火箭海上发射的目标。”

此外,不同于陆地发射,海上发射需采用全新的组织模式,需要测试发射流程和测量控制方案,并且涉及海况预报、海上运输等事项。所以,担任此次海上发射任务的发射系统和测控系统的都是在航天领域享有盛名的“劲旅”,包括太原卫星发射中心和远望七号远洋测量船。

太原卫星发射中心领导告诉记者:“在组织模式上,中心遵循‘统一指挥、精干高效、统筹兼顾、大力协同’的原则,进行了大量的创新优化,为此次任务做好了充分准备。”

中国航天值得期待

其实,运载火箭海上发射技术已有很长的历史。早在1962年,美国海军就在海面浮动发射装置上进行过液体火箭的发射。1998年,俄罗斯一艘潜艇在巴巴伦支海域附近发射火箭,将2颗通信卫星送入轨道。

国际上最知名的火箭海上发射商业公司是一家国际联合公司,该公司成立于1995年,由美国波音公司、俄罗斯能源公司、乌克兰尤日诺耶公司和挪威克韦尔纳公司联合创立,拥有由指挥舰、发射平台与运载火箭三大子系统构成的整套海上发射系统。截至目前,该公司一共进行了36次发射,其中32次成功,1次部分成功,3次失败,成功率约为89%。

与其他国家的海上发射相比,中国的海上发射虽然起步稍晚,但更具优势和特点。

首先是“快”。由于长征十一号运载火箭的固体燃料提前填充在火箭内,可长期贮存,免去了液体火箭在临发射前的燃料加注等流程,对发射设施依赖程度低,可将发射准备时间缩短至数天。

其次是“稳”。近年来,中国海洋工程领域取得了突飞猛进的发展,打造出世界最大、钻井深度最深的海上“蓝鲸1号”钻井平台和世界先进水平的集装箱

船“郑和号”等一大批“明星”装备。这些坚实的船舶技术储备将继续为海上发射任务“保驾护航”,让中国航天的“海之歌”愈发优美动人。

优势不仅体现在速度和技术上,更体现在能力和质量上。太原卫星发射中心领导介绍,经过岗位优化和训练演练,在发射系统的各分系统中,每个岗位最多只需要3个人,这极大提高了团队执行海上发射任务的能力。

航天科技集团第一研究院长征十一号运载火箭副总指挥金鑫介绍,未来还将在现有基础上研制一款商业型火箭,运载能力覆盖2吨以内,发射价格仅相当于国际主流火箭发射价格的三分之一,具备强劲的国际竞争优势。同时能为各类型载荷提供专属、定制服务,开拓中国长征火箭更为广阔的商业市场。

根据《2016中国的航天》白皮书介绍,我国将在低成本运载火箭、天地往返可重复使用运输系统等技术上加大研究力度。据透露,我国“可回收火箭”关键技术的预研工作早在“十二五”期间就已开展,并取得了一些关键性突破。对此,包为民也提到,我国将在不久的将来进行火箭回收试验。

此次海上发射的成功实施,主要验证了一种新型、灵活、高效、经济的发射模式。蔚蓝色的海洋将成为中国航天新的起飞点,通过不断运用未来新技术,海上发射的前景将愈发光明。

图片由作者提供

国际海上火箭发射发展大事记

第一阶段(1965年—1994年)

海上火箭发射构想的提出已经有50多年了。20世纪60年代中期,意大利在印度洋上建立了第一个民用的移动式赤道发射场——圣马科发射场,它包括两个不同类型的平台,一个起发射台作用,另一个是控制发射的指挥所。

圣马科发射场于1966年投入使用,最初用于美国研制的“侦察兵”运载火箭的发射。美国使用“侦察兵”运载火箭主要发射“探险者”号轨道探测器以及军用秘密卫星,同时也为欧洲国家发射一些科学探测和试验方面的卫星。例如意大利研制的“圣马科”2号小型科学探测卫星,“圣马科”6号卫星以及英国的“羚羊号”系列卫星、法国的“法兰西”1号卫星等。

圣马科发射场的成功建立,验证了海上火箭发射的可行性,突出了海上火箭发射高运载、低成本等优势,同时为海上发射公司的成立提供了参考依据。

第二阶段(1995年—2009年)

1995年,美国波音公司、俄罗斯能源公司、挪威克韦尔纳公司和乌克兰尤日诺耶公司共同出资组建了海上发射公司,这也是目前世界上唯一提供海基发射服务的公司。

该公司的海上发射平台“奥德赛”号,由海上移动石油勘探和钻井平台改造而成。该公司首个验证卫星和首个商业卫星分别于1999年3月27日和1999年10月9日发射。

2000年3月12日,海上发射公司进行第二次商业发射时,由于一个软件错

误导致火箭发射失败。2004年6月28日,海上发射公司发射“亚太5号”通信卫星时,火箭推力不足,未能将卫星送入预定轨道,后来卫星凭借自身动力成功入轨。再一次火箭发射失败是在2007年1月30日,发动机点火几秒钟后在发射台上爆炸,运载火箭连同卫星均被炸毁。2009年6月22日,该公司宣布破产。

第三阶段(2010年—2018年)

2010年,海上发射公司重组。重组后,海上发射公司继续进行商业卫星发射活动。2013年2月1日,发射荷兰“国际通信卫星-27”时,由于一级火箭发动机关闭,导致火箭坠入发射平台附近海域。

因为各种原因,海上发射公司业务于2014年暂停,并于2016年进行项目销售谈判。



2016年9月,俄罗斯“S7 Space”公司成为海上发射公司的所有者,拥有海上发射指挥船、“奥德赛”号发射平台、地面设备以及海上发射公司的知识产权。

第四阶段(2019年至今)

据报道,“S7 Space”公司打算于

2019年12月至2022年间用海上浮动发射平台进行12次发射。第一次发射定于2019年12月进行,2020年计划进行3次发射,2021年和2022年各安排4次发射。此外,该公司已与俄罗斯“能源”火箭航天集团签署了合作协议,旨在重新启用海上浮动发射平台。

图片来自互联网

科技云

科技连着你我他

■本期观察:姜涵 龙轩磊 任增荣

触手可亮——

陶瓷手电筒



每一个人身上时刻都散发着热量,但一般情况下这些热量大部分会白白散失掉。最近,加拿大一名15岁少女发明了一台体温供能手电筒工作原型机,Lumen手电筒正是在此基础上应运而生。

这款手电筒的工作原理是利用体温与周围环境的温差,将热能转化为电能。在其上配有一块小陶瓷棒做成的热发生器,使用时只需要将手指放在陶瓷棒上,发电装置即能产生3V感应电压,形成15mA电流,直接为手电筒供电,剩余的电量会自动存储在内部电容中。比起传统手电筒,这款陶瓷手电筒功率偏小,但光通量更大,便于在昏暗情况下找寻物体、安全导航以及在黑暗中阅读。

不再移除——

陶瓷生物钉



通常,遭遇严重骨折时医生要使用钛制或钢制螺钉来固定。这些异物在体内容易引发不适症状,装拆起来也特别麻烦。最近,德国科研人员研制出一种新的生物陶瓷螺钉,将使这种麻烦成为历史。

这种新材料由磷酸钙或羟基磷灰石组成,与人体骨骼成分基本一致,可代替当今使用的金属部件。它很容易与骨骼融合,而且不必再被移除。与传统的医用钛螺钉或聚合物螺钉不同,这种新材料螺钉不是被拧进骨头里,而是被小心锤入,不仅减少了对病人的伤害,还将缩短患者的麻醉时间。

研究人员介绍,羟基磷灰石粉末还可与3D打印机结合使用,从而更好地满足病人的特定需求。

无需冷却——

陶瓷发动机



长期以来,发动机温度过高、冷却周期长一直是困扰制造商的难题,人们一直在追求一种更加理想的材料来代替发动机所用的部分金属材料。针对这一问题,日本一家公司研制出氮化硅陶瓷发动机,并在汽车和航空领域率先使用。

传统发动机当温度超过1000℃时,就无法长时间运转,所以要有散热冷却装置。而陶瓷发动机耐热性能好,在1200—1500℃的高温条件下仍能正常运转。它不需要散热器、风扇等零部件,去掉散热装置既可减轻重量,又可简化发动机的机械结构,还可降低30%油耗。另外,陶瓷的比重远低于金属,使发动机重量大大减轻。加上工业塑料等新材料的广泛应用,陶瓷发动机未来将有很好的发展前景。