

2020年7月23日12时41分,长征五号遥四运载火箭在海南文昌航天发射场发射升空,成功将执行我国首次火星任务的探测器——“天问一号”送入预定轨道。经过约7个月的飞行,“天问一号”抵达火星表面。

运载火箭将卫星或飞船发射送入太空,是一个“自我牺牲”的过程:完成加速使命,一节节分离之后,有的部段在大气层中烧毁,有的坠入大海,有的坠落地面,还有的进入更遥远的太空。

由于在海滨的文昌发射场发射,此次任务中的火箭一级的残骸都落入了公海,而未级则由于速度太快,将留在太阳系中飞行,成为环绕太阳的一颗人造小行星。

而在内陆发射场发射的火箭,一部分残骸会坠落地面,这些残骸安全吗?在这一领域,我国已经成功开展残骸精准回收技术试验。



火箭残骸掉下来 砸到人怎么办? 只能说:你想多了

贵州、湖南、湖北等
是火箭残骸主要落区

每次火箭发射之后,在我国部分地区都会发现一些火箭掉落地面的残骸。其中,贵州、湖南、湖北等是火箭残骸主要的落区。

火箭残骸包括很多种类,部分残骸是在火箭发射后几乎马上就会重新返回地面,甚至在火箭刚开始呼啸震动时就开始“掉渣”。这些往往是火箭表面的保温泡沫或结的冰。

不过常说的残骸,都是指火箭大残骸。以我国载人航天所使用的神箭长征二号F运载火箭为例,在发射后三分钟内,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程序分离,由于上升的高度不高,很快就坠落到地面了。

我国内陆三大发射场——酒泉、太原、西昌,每次发射后都需要回收这一批残骸。在我国近年启用的文昌发射场,由于位于海南省的海滨地带,每次发射完火箭的残骸都直接掉到公海里,不会造成威胁,所以也就不需要回收了。我国新一代的大型中型火箭长征五号、长征七号就在这里发射。

大部分火箭的二级或三级会飞得更高,实际上已经进入了太空。如果星箭分离时处于低地球轨道,靠近大气边缘的气体足以造成阻力,拖拽火箭二级不断减速、降低,会在一段时间后再入大气层。由于进入大气层时速度依然很大,与大气层空气剧烈摩擦后几乎焚烧殆尽。

值得一提的是,长征五号遥四火箭发射火星探测器,在火箭与探测器分离时,火箭末级的速度已经超过了11.2千米/秒的第二宇宙速度,完全脱离了地球引力,将成为绕太阳运转的一颗人造行星。

工作组提前一周进落区
组织疏散和残骸回收

每次火箭发射中,残骸回收也是一项必要但往往不被知晓的工作。

火箭落区经过轨道设计,会避开城市、景区等人员密集地区和重点建筑、设施,大多选择在地广人稀的偏远山区或大漠戈壁。这些地区有的山高谷深、重峦叠嶂,有的悬崖峭壁、河急滩险,有的黄沙荒漠、连绵不绝,能够将残骸的坠落造成的损失降到很低的程度。

火箭发射前一周,负责残骸回收的工作组就会奔赴“落区”。每到一个地方,工作组都要召集当地公安、消防、林业、交通、教育等部门召开动员部署会,落区工作人员通过广播、短信、微信等形式将火箭发射的消息通知附近居民,做好宣传动员。有时,落区工作人员还会挨家挨户进行检查督导和提醒。

火箭升空前一小时,落区上空一般就会响起防空警报,工作组将所有人全部疏散到空旷、开阔的场地,确保人员生命安全。火箭发射升空后,会做好对空观察,及时避让火箭残骸。

经过几分钟至十几分钟的等待,火箭残骸划过天空,落入提前计算出来的预定区域。工作组会利用声音、定位系统、地形图等预判落点位置,并通过前方观察哨确认残骸具体落点,组织人员对残骸现场进行保护。残骸回收分队会第一时间赶赴残骸落点,组织技术人员将残骸上的火工品和剩余燃料进行清理,然后对残骸进行切割、分解、回收。

去年6月23日北斗三号组网收官卫星发射后,约一个多小时,火箭助推器残骸在贵州省余庆县白泥镇境内和石阡县聚凤乡境内找到。落区工作人员迅速到达残骸

掉落点,开展现场保护、善后赔付和残骸回收工作。

北斗卫星贵州落区范围涉及镇远县、石阡县、施秉等5个县25个乡镇约50万群众。前期,落区工作人员通过敲锣打鼓、拉警报、放广播等方式组织群众就近疏散,躲避残骸,未造成人员伤亡和重大财产损失。

我国已成功开展
残骸精准回收试验

尽管在设计火箭的飞行轨迹时,宁可牺牲运载能力也要尽量避开村镇,但由于火箭残骸在完成任务是失控坠落后,落点散布范围较大,有时可能坠落在有人居住的区域。

为了减少火箭发射给落区居民带来的不便,长征火箭研制人员一直在进行落区安全控制技术的研究。近年来的一些试验,让残骸的精准降落和回收成为可能。

2019年7月26日,在长征二号丙运载火箭的一次发射任务中,火箭的一级落点实现了精确控制。火箭研制人员在火箭外侧壁安装了几片栅格舵,一级分离重新返回大气层时,栅格舵完成“解锁—展开—按控制指令转动”等一系列动作。小小的栅格舵,如同小翅膀保持着箭体姿态稳定,帮助残骸精准回归地面。

发射当天,火箭一级的残骸在贵州黔南布依族苗族自治州被找到,落点正位于事先设定的落区范围内,这意味着,我国运载火箭首次“栅格舵分离体落区安全控制技术”试验取得成功。

这一技术突破不仅有助于保障落区居民安全,也是未来中国火箭可重复使用的诸多核心技术之一。此次试验的成功,也为我国火箭助推器及子级的可控回收、软着陆、重复使用等技术奠定了基础。

防止火箭残骸伤人
有栅格舵落区控制系统

2019年11月3日,中国航天科技集团八院抓总研制的长征四号乙运载火箭成功发射,将卫星送入预定轨道,此次发射任务还成功实施了基于栅格舵系统的一子级落区控制飞行演示验证。

飞行试验表明栅格舵系统多项指标皆达到国内领先水平。此次采用的栅格舵是一种高效的新型气动稳定和控制舵面,它具有很好的升力特性,紧贴箭体折叠安装,使用时再展开,而不影响主任务飞行。此次栅格舵系统飞行试验的成功,将大幅改善落区安全环境,为后续垂直起降重复使用运载火箭的研制奠定坚实的基础。一子级栅格舵落区控制系统就能发挥它的作用了,它就像给无控的一子级装上一对“聪明灵活的翅膀”,使一子级落区范围缩小85%以上。

栅格舵电气系统是控制栅格舵的“大脑”,它通过发送指令指挥舵面偏转,引导一子级箭体向目标点飞行。

栅格舵测量系统,与运载火箭其他系统独立。当一子级分离,开始返回飞行,栅格舵测量系统收到分离信号后,便开始不断地实时向地面发送包括图像、姿态、位置、速度、温度、压力等大量的箭体信息,试验队员可实时监控一子级飞行情况达到落区预报的功能,一子级坠地后也可第一时间通过移动通讯终端获知残骸的精确位置,免去了事后分析精准落点的一系列工作。同时,大量的返回段一子级箭体信息是一笔宝贵的财富,通过分析各个阶段的受力,能为设计尽可能轻又保证强度的箭体提供有效的数据支撑。

相关新闻

长征五号B遥二运载火箭
末级残骸已再入大气层
多国专家认为
残骸坠落安全风险很低

中国载人航天工程办公室透露,经监测分析,5月9日10时24分,长征五号B遥二运载火箭末级残骸已再入大气层,落区位于东经72.47°、北纬2.65°周边海域,绝大部分器件在再入大气层过程中烧蚀销毁。

法国国家航天研究中心研究员、国际航天学会太空垃圾委员会主席克里斯托弗·博纳尔日前接受法国媒体《巴黎人报》采访时表示,一般来说,太空垃圾首先烧毁,然后通常落入海洋里。地球表面只有约3%是人口稠密的地区。即使长五B火箭末级残骸非常大,如果它在进入大气层时充分烧毁,危险就会减少。

德新社6日发表文章援引多位专家观点认为,一般情况下,大多数物体在重返大气层时会完全烧毁。由于地球表面很大一部分被水覆盖,而且很大一部分无人居住,所以对个人来说,(残骸坠落的)危险性明显低于驾驶汽车等日常风险。

英国广播公司网站7日报道说,任何人被一块太空垃圾击中的概率非常小,不仅仅因为地球表面很大一部分被海洋覆盖,而即便是陆地,其中很大的区域都是无人居住。英国《卫报》网站6日报道援引欧洲航天局太空碎片办公室的负责人霍尔格·克拉格的话说,这次(火箭残骸坠落地表)涉及的质量比较大,但也不会让每年的相关风险状况改变太大。

巴西最著名的网络科普频道施瓦萨的创始人施瓦萨说:“火箭的残骸脱离返回地球并落到地表是各国非常普遍的做法。”长五B火箭末级残骸在坠落过程中首先会在通过大气层时剧烈摩擦、燃烧并分解,真正掉落到地表的部分已经很少,通常也是掉落在无人居住的地方。

据《成都商报》