

火箭残骸落区怎样选定、残骸会带来什么影响、如何最大限度规避损失……

“火箭残骸里剩余残留物、危险品可能会形成次生危害,请广大群众不要近距离围观或接触残骸,严禁私自拆卸、拾捡、隐藏、贩卖和收购火箭残骸……”这是西双版纳傣族自治州人民政府12月5日发布的一则紧急通知。

这则通知针对的是近期的一次火箭发射任务。12月6日11时58分,我国在西昌卫星发射中心,用长征三号乙运载火箭(以下简称长三乙火箭)成功发射高分十四号卫星。上述通知中提示:西双版纳傣族自治州勐海县勐满镇、西定乡、勐遮镇、勐阿镇部分区域将执行火箭残骸落区任务,届时相关道路将进行管制,请当地居民按照政府通知要求做好疏散防护……

火箭残骸落区是怎样选定的,这些残骸会带来什么影响,如何最大限度规避损失?围绕这些问题,中国航天科技集团一院(中国运载火箭技术研究院)的专家向记者进行了介绍。

影响

除了物理打击,还有爆炸风险

通俗地讲,运载火箭分离后再入段未采取飞行控制和回收措施的子级都将可能出现结构破裂甚至爆炸,进而形成残骸。

据中国航天科技集团一院长征二号丙运载火箭型号总体设计师李君介绍,国内外现役运载火箭通常都是多级火箭,除了与卫星相连的末级火箭,其余结构体包括助推器、子级乃至整流罩,在发挥完各自作用后,都会在火箭飞行的不同阶段出现分离、掉落。以12月6日发射的长三乙火箭为例,其为三级火箭,捆绑有4枚助推器,能够产生残骸的子级包括助推器、一子级、二子级、整流罩等。

火箭残骸的危害表现在不同方面。

首先,其从天而降,将对地面形成“物理打击”,但不同分离部位的“打击”力度有所不同。例如整流罩,它处于火箭顶端,罩在卫星外面,通常是在火箭飞出大气层后再进行分离,分离时飞行高度超过100公里、速度超过每秒3公里。但整流罩具有壳薄、重量轻、面积大的特点,再入过程中大气阻力的减速作用显著,分析和飞行测量数据表明,整流罩再入到距地面10公里左右高度后,下降速度一般不超过每秒百米,落地速度在每秒二三十米左右。夸张点说,只要你身手敏捷,从发现下坠的整流罩就开始躲避,完全可以避免被直接击中。

而火箭子级和助推器掉下来,就不会这么“客气”。由于这些结构体均为圆柱形,气动面积较小,内部包含发动机、储

箱等,总体质量较大,因此再入速度快、撞击威力惊人。李君说,火箭一子级的落地速度可超过每秒百米。据报道,2013年12月2日,长三乙火箭发射嫦娥三号探测器以后,一级火箭残骸落在湖南省邵阳市绥宁县,砸坏了2间民房。好在当地提前组织疏散,没有造成人员伤亡,受损村民也得到了赔偿。

除了高空坠物,火箭子级里残留的推进剂和高压气体也有危害。

李君介绍说,火箭是由箭体结构、增压输送系统、电气系统、动力系统等组成的复杂系统,为了确保其中一个或几个环节在出现有限偏差状况下,火箭还能圆满完成发射任务,各级推进剂均会留出一定的备用量,使用两种推进剂的火箭,推进剂至少各有上百千克的备用量。

传统液体燃料运载火箭的一、二级,所用推进剂是四氧化二氮和偏二甲肼。这两种燃料有如下特点:一是有毒,会对土壤、植物、水资源造成污染,达到一定浓度会威胁到人身安全;二是容易自燃,两种燃料一旦接触就会燃烧,量多的话甚至会出现爆炸。当火箭子级以每秒上百米的速度砸到地面时,“皮薄”的箭体贮箱极易在落地冲击作用下破裂,原本存放在不同储箱里的两种燃料极大概率会瞬间大面积混合而发生爆炸。爆炸威力通常很大,可能将重达600多千克的发动机崩得很远,爆炸声也可能将几十米内的窗户玻璃震碎。

若火箭子级落地时未出现贮箱破裂导致的爆炸,也不意味着就安全了。火箭飞行中其推进剂贮箱内通常有2—3个大气压力,甚至更高,若着陆时贮箱未破裂,将需要很长的时间来释放其中的压力;同时,火箭子级还有各种用途不一、压力不一的气瓶,譬如控制发动机摆动的伺服机构用气瓶的压力高达21兆帕,约210个大气压。

以上这些便是火箭发射前要求残骸落区进行人员疏散、火箭残骸需要专业人员处置回收的原因。

偏差

天上十多米,地上几公里

鉴于火箭残骸的危险性,为火箭残骸设定落区是各国进行航天发射时都要面临的问题。

由于助推器、一子级、二子级、整流罩等结构体是在火箭飞行的不同阶段分离,因此一次发射任务会涉及几个落区。

以一级残骸落区为例,李君介绍说,火箭的飞行轨道、箭下点(火箭飞行时在地面的投影点)、一二级分离的位置,都是提前精密设计好的,结合分离时的飞行速度、倾角等参数,就可以计算出残骸的中心落点。但在火箭实际飞行中,种种不确定因素如载荷质量的轻微变化、发动机推力的细微变化等,都可能使一二级分离点有所偏离。

同时,分离时的速度、姿态角等参数的变化,也会进一步影响落点精度。例如长三乙火箭一子级从分离到落地大约要经过300多秒。如果分离速度存在每秒10多米的误差,仅此一项就会让最终落点偏离预定范围好几公里。此外,传统火箭的结构体分离后,都是以无控状态再入,过程中的姿态状况及气动特性等都是不确定的,这也会形成一定偏差量。

为此,科研人员通过开展大量试验积累数据,结合种种概率来计算残骸可能散布的地点,以此划出落区的范围。

李君介绍说,同一型号火箭,在不同轨道、不同构型、不同控制方案等情况下,落区也不同。比如长征二号丙火箭在西昌发射遥感三十号卫星任务时,轨道倾角35°,火箭起飞后往东飞。由于我国处于西风带,火箭便是顺着高空风飞,因而其一级残骸落区大致是个面积约1200平方公里、飞行方向长、两侧方向窄的长方形。而在西昌发射倾角97°左右的太阳同步轨道卫星时,高空风主要作用在理论飞行轨道的侧面,将会导致一子级残骸落区更接近一个面积略大的正方形。火箭二子级由于分离高度更高、速度更快,再入过程的不确定性更大,导致其残骸落区范围也更大一些。

未来

指哪就落哪,“残骸”可回收

一直以来,航天工作者都在寻找对策,降低火箭残骸的威胁。

2019年7月26日,一枚长二丙火箭从西昌卫星发射中心升空。这次任务除了将3颗卫星送入轨道,还成功开展了我国首次栅格舵分离体落区安全控制技术试验。

此次试验的栅格舵由众多薄薄的栅格壁镶嵌在边框内构成,安装在长二丙火箭一子级上。火箭发射升空时,它紧贴箭体侧壁,在一子级分离再入阶段解锁、展开,并按指令转动控制一子级的姿态和飞行轨迹,最终实现对一子级落点的精确控制。

李君介绍,相比过去一子级的无控下落,通过栅格舵的控制,一子级落区范围将从上千平方公里缩小到60平方公里左右。

想象一下,假如在西昌发射火箭,想在种种条件约束下找一块上千平方公里的无人区作为落区,任务将十分艰巨,而遴选出60平方公里的无人区就相对容易多了。

李君说,科研人员正在深入研究,力争将传统常规推进剂火箭的落点精度提高到几平方公里内,最终实现“定点着陆”;同时,实现在一定范围内选择落点,通过指定哪片区域就让火箭落到哪里,来进一步消除火箭子级残骸对落区人民生产、生活的影响。

除落点位置控制外,火箭科研人员还在研究备用推进剂的安全处置策略并已初步得到飞行试验考核验证——火箭子级在高空再入飞行过程中,将推进剂通过发动机腔向外排放,两种推进剂混合将会自燃,生成水和氮气等无污染产物,即使这两种推进剂未完全燃烧,由于火箭子级飞行高度高、对外排放流量低,它们也会在空中被自然稀释掉,不会对环境造成危害。

随着我国采用液氧煤油的大中小型运载火箭全面投入应用,科研人员正全力开展火箭垂直着陆、无损回收技术和重复使用技术的研究。届时,分离后再入的子级也将摆脱“残骸”的命运,再次循环进入到相关科研试验中。

据新华网



根据英国《自然·通讯》杂志22日发表的一项化学最新研究,科学家团队利用便宜的铁基催化剂可将二氧化碳气体直接转化为喷气燃料。这一发现被认为有相当大的产业应用潜力,且这些二氧化碳直接捕获自空气,并在飞

新型催化剂将二氧化碳转为喷气燃料

行的燃烧过程中从喷气燃料中再次释放,因此具有从整体上实现碳中和的可能性。

科学界普遍认为,全球变暖是人类活动行为造成地球气候变化的后果,对石油、煤炭、木材等由碳元素构成的自然资源耗用得越多,导致地球暖化的元凶——二氧化碳也制造得多,而温室气体中的二氧化碳,要占到所有温室气体的26%。亦因此,生产碳中和燃料(指实现净碳足迹为零,即增加的温室气体量与减少的量相等)和高附加值化

学品,对于减缓大气中二氧化碳的有害影响非常重要。

不过,将二氧化碳选择性地转化为想要的化学品非常难,这种转化通常需要使用昂贵的催化剂或经过多个耗能的反应步骤,这些最后都被证明效率不高、成本效益比欠佳。想要超越化石燃料,就要找到一种高效且经济的燃料生产方式。

此次,英国牛津大学研究人员皮特·爱德华、肖天存、姚本镇及他们的同事,设计了一种新的铁基催化剂,可作为直接

捕获大气中二氧化碳并将其转化为烃类喷气燃料的廉价方式。这种催化剂由地球上丰富的元素组成,表现出高活性和高选择性,能最大程度减少高附加值化学品的合成步骤。研究团队在转化过程中还收集到了石油化工行业的其他重要原材料,这些原材料目前只能从原油中获得。

研究团队总结道,这种二氧化碳转化催化剂的制备,比之前的许多催化剂更简单,因此其有望成为产业应用的候选对象。

据新华网