

## 超7000吨太空碎片绕地球飞行

# 航天器空间安全如何保障

文·本报记者 游雪晴

最近两个多月里,天宫二号、神舟十一号,长征五号,一连串太空发射活动,让国人一次次抬起头,仰望那片深邃的星辰大海。

为了保障出征太空勇士和航天器的星途坦荡,不同领域的科研人员、工程技术人员殚精竭虑,这其中,研究空间碎片监测移除技术的专家同样肩负重任。

在神舟十一号飞船载着两名航天员升入太空的三天后,40多位学者齐聚北京香山饭店,以“空间碎片监测移除前沿技术与系统发展”为主题,进行了为期两天的研讨。在这第573次香山科学会议上,“任重道远”是与与会者提到最多的词,可见星辰大海的征程漫漫,需要更多多学科专家共同攻坚克难。

### ——恶化—— 空间碎片数量急剧增长

联合国和平利用外层空间委员会(UNCOPOUS)和机构间空间碎片协调委员会(IADC)对空间碎片的定义是:地球轨道上在轨运行或再入大气层的无功能的人造物体及其残块和组件。

据介绍,从1957年第一颗人造地球卫星升空以来,截至2015年底,人类共进行了近5000余次航天器发射活动,把6700余颗航天器送入轨道。在所有发射的航天器中只有近一千多个航天器在有效服役,而其他因丧失功能而变成了空间垃圾,不少已陨落。同时,已发生过260余次在轨航天器或火箭解体/爆炸/撞击(破碎)事件。它们产生了数量众多的太空垃圾,形成了一个人为的外层空间环境——空间碎片环境。

到2016年9月底,空间碎片总的质量达到了7000吨。近地空间中,毫米级以上不同尺度的碎片数以亿计。

“更为紧迫的是,近年来,空间碎片的生长速度非常快。”本次会议执行主席、中国空间技术研究院李明研究员在主题报告中介绍说,在低地球轨道区域,厘米级空间碎片由2005年的30万个增长到2015年的50万个,年增长率达15%。根据美国空间碎片研究专家Kessler的研究结果,按照目前的碎片增长速度估算,如果不采取任何措施,未来70年后碎片数量将达到发生碎片链式撞击效应的临界值,之后近地空间将彻底不可用。

由于在轨卫星数量的不断增加,使得空间碎片碰撞风险急剧上升。美国宇航局、欧洲空间局的统计研究均显示:空间碎片撞击占空间环境引发各类卫星失效事件的比例也在逐步增长。

### ——趋势—— 天基系统技术正当时

如此隐患巨大的太空垃圾,让世界各国的科研机构都在绞尽脑汁地寻找破解之路。

目前,国际空间站专门加设防护层以应对毫

米级碎片的撞击。多国航天机构也要求发射入轨的运载火箭末级和寿命末期的航天器需作钝化处理,即排空剩余燃料,对蓄电池和其他有能量部件

#### 背景链接

### 空间碎片对航天器造成可怕威胁

1983年,“挑战者号”航天飞机与一块直径0.2毫米的微小碎片相撞,导致舷窗破损,只得提前返回地球。

1996年7月24日,法国CERISE卫星与阿丽亚娜V型火箭残骸相撞,导致该卫星的重力梯度稳定杆损坏,最终卫星失稳。

2013年5月24日,厄瓜多尔“飞马座”卫星在印度洋上空与一枚由前苏联1985年发射升空的火箭燃料箱残骸发生“侧面撞击”,导致卫星寿命终结。

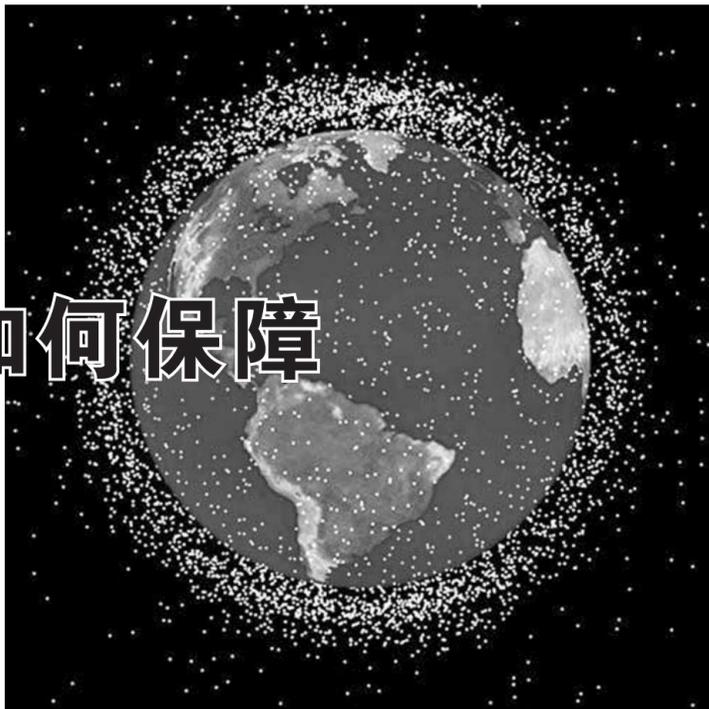
国际空间站迄今为止为了躲避空间碎片撞击进行了24次机动规避,每次规避消耗推进剂约30公斤。

……

近年来空间碰撞事件频发,国际上为躲避碎

片撞击而进行的卫星机动规避已达每年30余次,而因碎片撞击而导致的卫星异常或失效事件也有多起发生。

李明研究员介绍说,在距地面2000公里内的人类使用最频繁的低地球轨道(LEO)上,空间碎片一旦与航天器发生撞击,平均撞击速度将达10km/s。空间碎片与航天器撞击产生极高压强,毫米级以上尺度的碎片会穿透航天器表面,并形成高速碎片云,破坏内部的器件和系统,轻则导致航天器表面性能衰退功能丧失,重则对结构和载荷造成严重损伤甚至使整个航天器彻底爆炸解体,对航天器安全和航天员生命造成巨大潜在威胁。而坠入大气层的大尺度空间碎片,陨落时可能有部分质量未完全烧毁分解,也会对地面安全造成威胁。



做失能处理,从而减少产生更多碎片的风险。

美国具有国际上最为先进和完善的空间碎片地基光学和雷达观测手段,从2009年开始启用陆基雷达阵列组成“空间篱笆”,系统监视空间碎片,这一系统正升级到第二代,最近几年开始发展地基监测手段。欧洲空间局和俄罗斯也各自组建了空间碎片监测系统,提供空间碎片跟踪观测和搜索发现、碎片编目及碎片特征探测、卫星的碰撞预警、运动模型及轨道演化等服务。

中国空间技术研究院总部的潘腾研究员认为,现有的空间碎片地基监测手段无法达到对空域、时域的无缝覆盖,不能达到全天候、全天时监测。发展地基监测技术是空间碎片跟踪与监视的大势所趋,最终形成天地系

统一体化、全天时、全天候、广尺度、多手段对碎片的监视能力。预计美国在2018年具备5厘米以上约10万个空间碎片的监测编目能力和空间事件的快速感知能力,低轨定位精度10米、高轨定位精度100米,可实时监视重要空间碎片。

除了监测,空间碎片的移除技术也是各国研发的重点。据中国空间技术研究院总部的谭春林研究员介绍,所谓主动移除是指对地球低轨道上的碎片进行降轨使其进入大气层烧毁,对地球同步轨道碎片使其升轨而进入坟墓轨道,从而达到保护在轨航天器不受碎片撞击或大幅降低撞击风险的目的。根据碎片尺寸大小的不同,目前实施的技术主要有机械臂抓取、飞网捕捉、太阳帆和激光移除等多种方式。

### ——思路—— 系统优化与顶层设计

据了解,我国的空间碎片监测在最近几年有了较大发展。成立近一年的空间碎片监测与应用中心,已具备了在轨风险评估、航天器发射预警、空间物体安全再入、航天器解体分析、减缓评估、地球同步轨道轨道位安全性分析、空间碎片环境评估等能力。

另一方面,我国空间碎片主动移除技术研究和国外几乎同时起步,正在从概念研究向关键技术攻关过渡,并部分向天基技术验证转移。但由于缺乏明确的项目计划和工程牵引,无法常态化运行,难于实施碎片环境治理任务。

与会专家呼吁,对于这个关系我国太空探索权益和保障空间资产安全的重要领域,应有全局和系统思想,超前谋划,统一部署,并提出

了发展“1个系统、2个平台和3个产品”组成的空间碎片环境治理系统的发展思路,即“建设包括由天基空间碎片移除卫星星座、天基空间碎片监测卫星、空间碎片移除中心组成的一个系统;发展由空间碎片监测移除技术集成地面实验平台、空间碎片超高速撞击效应集成地面实验平台组成的两个平台;研制空间碎片自主离轨通用化产品、空间碎片在轨感知通用化产品、航天器多功能防护结构通用化产品构成的三类产品”这样一个发展思路,进一步加大共性关键技术和科学问题研究的投入,尽早推动空间碎片监测与移除专项工程的立项,加快空间验证等工程的实施,以期及早具备空间碎片全局监测与移除的自主能力。

### ——国际—— 制定统一太空“交规”

事实上,要真正解决太空垃圾难题,不仅要借助于技术手段,还需要国际社会协同合作,制定统一太空“交规”。在这方面,目前国际组织只是初步订立了几项原则,包括航天器到达设计寿命后,要离开有用轨道;对已编号的全部碎片,要进行全程跟踪等。由于涉及到的国际法比较复杂,这方面还有很长的路要走。

据中国空间法学会的张振军教授介绍,空间

碎片主动移除目前面临不少法律障碍,依据现有的国际空间法,空间碎片尽管属于有害物,但也并非可以自由进行移除,未经许可的移除可能侵犯登记国的管辖权或者所有权,也会引发国际冲突及一连串法律后果。毕竟有能力移除空间碎片的国家,就有可能摘除别国的航天器,从而威胁太空安全秩序。这也在一定程度上制约着太空垃圾的清理。

### ■图个明白

#### 山西“羊专家”取经“洋专家”



白小五是山西省阳曲县一家牧业有限公司的负责人,也是当地小有名气的“羊专家”。为了解决国外活体种羊引进成本高、存活率低等问题,他引进了高品质种羊冷冻胚胎移植技术。11月12日至13日,白小五邀请两位澳大利亚养羊专家来到阳曲县做了两百多只种羊冷冻胚胎移植手术,让当地养羊户大开眼界的同时也带来了新的致富思路。

新华社发(曹阳摄)

#### 钢铁重镇延伸产业链培育新动能



近年来,河北省钢铁重镇迁安市一方面强力化解过剩产能、延伸钢铁产业链条、加快钢铁产业向装备制造业和耗钢产业延伸,实施一批钢铁深加工集群项目;另一方面,依托京津冀协同发展培育新动能,引进一批节能环保的食品医药等新兴产业项目,取得良好效益。据介绍,目前该市钢铁深加工产业集群项目耗钢率由2010年的不足7%提高到现在的33%,装备制造业增加值年均增长35%。

图为11月12日,工人在河北省迁安市唐山科源激光再制造有限责任公司机械配件成品车间检查产品质量。

新华社记者 杨晓亮摄

#### 致力长江珍稀鱼类物种保护



近年来,江苏省南通市致力于长江珍稀鱼类物种多样性的开发和保护,科学化育种、电气化养殖暗纹东方鲀等长江珍稀物种和国家一级、二级保护动物。目前,全市养殖规模近20000余亩,已成为国家级水产养殖示范区。

图为11月11日,江苏中洋集团的工作人员在检查人工饲养的河豚生长情况。

新华社发(李存根摄)

#### 随质检中心专家探秘石油能源



日前,在“探索智慧能源”中石化公众开放日,40余位来自首都各行各业的人士,随北京石油管理质检中心专家走进加油站、走进北京石油管理质检中心,了解保证油品质量的油品检测技术,同时学习了解石油勘探、开采、炼油、运输等知识。北京石油公众开放日已举办半年多,接待来自社会参观者210多人。

图为北京石油管理质检中心专家向参观者介绍石油知识。

本报记者 李禾摄

### ■第二看台

## 山东德州打造科学治霾新体系

文·本报记者 李禾

山东德州市重污染天气应急指挥部11月12日启动了“重污染天气Ⅲ级应急响应”。应急措施包括火电、钢铁、建材、化工、石化等大气重污染行业限排措施,完成超低排放改造的燃煤机组严格执行燃气机组排放标准限值,辖区内大气污染物排放总量削减30%以上;城市非集中供热燃煤工业锅炉在日常运行的基础上限产30%以上……经努力,13日7时,德州空气质量指数(AQI)下降到轻度污染。

#### 出台大气污染防治法规

在中华环保联合会组织的环保调研活动上,德州市环保局党组书记、局长马绍省说,德州找准污染症结,打造以“压煤、抑尘、控车、除味、增绿”为重点的治污体系,精准施治。重污染天是防治重点,德州积极构建“1(市政府专项预案)+13(县市区预案)+N(部门实施方案)”预案体系,提高重污染天应急管理能力和地方政府的主体责任。

人,德州坚持党政同责。市委书记陈勇指出,治理大气污染是一场输不起、必须打赢的战争”。市委副书记、市长陈飞强调,大气污染防治关乎人民群众生命健康安全,这是政府责任,必须扛起来,下大力气去推动。

目前,作为山东地级市制定的首部大气污染防治地方规章,《德州市大气污染防治管理规定》正式实施。保持环境执法高压态势,加大执法力度,今年检查企业5500余家(次),行政处罚123起;环保、公安部门联合侦办环境刑事案件57起,刑拘142人等。

#### 压煤、抑尘、控车、除味、增绿

燃煤是德州大气主要污染源。为管好燃煤的使用,德州出台燃煤锅炉治理方案,对10吨以上锅炉全部进行超低排放改造,10吨及以下锅炉进行煤改气、煤改电或淘汰替代。散煤被称为大气治理的“硬骨头”,德州“整建制”推进,建立质量标准、政策法规等五大体系,初步建立清洁煤市

场配送体系。马绍省说,德州还制定了更严格的煤炭压减计划,提出到2017年煤炭消费总量比2012年减少100万吨。

抑尘方面,采取精细化、信息化手段,全过程、全方位抓好扬尘治理。基本完成285家建筑工地、261家物料堆场、91家商混企业规范整治,增加喷淋设施547套,建设防风抑尘网640.35万平方米。在144家施工工地安装实时监控摄像头,24小时监管等。

围绕机动车污染治理,德州严格执行机动车注册登记排放国五标准。严厉查处生产销售不达标油品行为,加强公交车尾气治理,推广新能源车。中心城区清洁能源和新能源车公交车比例超过90%。

挥发性有机污染物(VOC)被认为是细颗粒物(PM2.5)和臭氧的重要前体物。针对日益凸显的细颗粒物和臭氧污染问题,德州市决定提前谋划布局,加快推进挥发性有机物污染治理。马绍省说,

德州有机化工等四大行业94家企业挥发性有机物治理将在年底前全部完成;613家加油站油气回收治理基本完成。今年年底前还将全面取缔露天喷漆,2017年全面完成汽修喷涂行业挥发性有机物治理。

增绿方面,按照国家森林城市标准,德州在中心城区新增“万亩林带”。将5000余亩一般农田流转用于生态林建设,打造中心城区西部生态屏障。加快沿路、沿河、沿边林带建设,今年以来,成片造林18.6万亩,植树1912万株。

#### “饱和式”投入建设环保能力

为提升治污能力,德州对环保能力建设实行“饱和式”投入。

据统计,在德州重点区域、园区、乡镇等优化布点,新建91个空气自动监测站点,构建全方位、多层次、广覆盖的空气监测监控体系,分布密度达到山东省平均水平的5.8倍。建设颗粒物源解析实验室和重污染天气预警预报平台,新建视频会商系统,提高预报预警准确率。