



地球已被太空垃圾包裹,航天任务受到影响

漫天垃圾还需分类处理

◎实习记者 都芃

不久前,一大块俄罗斯太空垃圾靠近国际空间站,导致国际空间站不得不进行机动规避,这也导致了宇航员原本预定的太空行走计划被迫中断。而这种事件并非个例。2022年12月15日,俄罗斯“联盟MS-22”号飞船发生泄漏

事件,经检测发现该飞船存在一个0.8毫米的洞,可能是由微陨石或小块太空垃圾造成的。

近地轨道空间虽然广阔,但除了卫星以及飞行器外,其实早已遍布大大小小的太空垃圾,拥挤不堪。随着人类航天发射活动密集进行,有可能会对航天任务造成损害的太空垃圾治理问题再次引发广泛关注。

微小的太空垃圾碎片数量可能上亿

如果能够给地球拍个全景图片,并将地球空间轨道上目前能够被监测到的空间碎片以及失效卫星等太空垃圾全部标记出来,我们将会看到一幅非常震撼的画面,地球已经被密密麻麻的太空垃圾包裹。

在这些太空垃圾中,既有小到需要以毫米计算的碎片,如航天器外部因强烈的紫外线照射而脱落的油漆碎片等;也有长数米、重数吨的大型物体,如失效卫星、太阳能电池板等。

在太空垃圾的数量分布上,存在着体积越小、数量越多的规律。由于不同机构的统计方法并不一致,国际航天界对于空间轨道中存在的太空垃圾总量尚无准确定论。但大致可以确定,目前空间轨道中直径在10厘米以上的太空垃圾不少于2万个,直径在1厘米以上、10厘米以下的太空垃圾则有数十万个,直径小于1厘米的则可能达到上亿个。

数量如此庞大的太空垃圾是有人故意乱扔的吗?答案当然是否定的。虽然国际空间站曾多次丢弃过氨罐、相机脚架等,甚至还于2021年扔出过一块重约2.5吨的旧太阳能电池板,但这些物体在短暂绕地球旋转后便会落入地球大气,并在大气中燃烧殆尽,因此并不会成为长期在轨的

太空垃圾。

国际宇航联空间运输委员会副主席杨宇光告诉记者,事实上,除了少数因达到使用寿命或因故障而失效的卫星等航天器外,大多数太空垃圾,尤其是数量巨大但体积微小的碎片垃圾,主要是由失效航天器解体或太空垃圾之间碰撞造成的。“失效航天器、大碎片解体或碰撞后会形成大量小碎片,小碎片之间还可能会继续发生碰撞,产生数量更多、体积更小的碎片。”杨宇光说,是在一次次解体或碰撞中,大量太空垃圾被制造出来。

除了体积和数量之间存在相关关系,太空垃圾在轨道分布上也有一定规律。杨宇光表示,轨道高度在500—1000公里的区域是太空垃圾的“重灾区”,“首先这个范围内过去存在着大量卫星,互相之间发生碰撞的可能性较大。其次是这一范围内大气十分稀薄,物体绕地球旋转的速度下降缓慢,因此在短时间内很难脱离原轨道,坠入大气。”而在轨道高度300—400公里区域,虽然也曾发射有大量卫星,但该区域内大气密度较高,太空垃圾会在相对较短的时间内受大气阻力影响降低高度,最后落入大气中烧毁。

将太空垃圾登记在册进行追踪管理

虽然太空垃圾已经将地球团团围住,但杨宇光告诉记者,目前国际上已经能够对大多数具有较大威胁的太空垃圾进行追踪编目,监测其运行轨迹,

从而在航天活动中对其进行合理规避。

杨宇光介绍道,目前追踪监测太空垃圾的手段主要有两种,分别为雷

达观测和光电观测。雷达观测的原理是地面向天上发射无线电波,空间轨道中无论是正常工作的卫星还是太空垃圾,都会将无线电波反射回地面。地面雷达站接收到空间物体反射回的无线电波后,对其进行分析处理,便可实现对太空垃圾的发现、编目,以及对其位置、速度等运行信息的监测。

区别于传统的有源雷达,不久前,澳大利亚媒体报道了一种监测太空垃圾的新方法,利用的却是无源雷达。无源雷达自身不需要发射机来发射电磁波,主要依靠接收他源反射的微波能量来对目标进行探测,通常拥有更高的灵敏度。由于地球上每时每刻都在向太空发射大量无线电波,其中一部分便会被太空垃圾反射回地面,进而被无源雷达接收到,实现对太空

成本问题制约太空垃圾治理

看得见,但不一定“摸”得着。虽然人类已经可以对部分太空垃圾进行有效的编目管理,但对于如何批量处理这些太空垃圾,目前仍然缺乏直接高效的办法。杨宇光表示,直接捕获太空垃圾进行收集处理,当然是人们能够想到的最简单且直接的办法,但却也是成本最高的办法之一。“太空垃圾都处在不同轨道上,如果要靠近它们就需要不断变轨,变轨就需要消耗推进剂,成本太高。因此这种办法无法用于批量处理太空垃圾。”

杨宇光给出了他认为未来处理太空垃圾可能行之有效的办法,首先要区分太空垃圾所处的轨道高低和体积大小,有针对性地采取不同手段。由于空间物体绕地球运行的轨道高度与其环绕速度有关,当其速度降低后,其所能维持的轨道高度便会降低,因此轨道高度特别低的太空垃圾无须进行过多干预,其受到外层大气阻力后会逐渐降低速度,最后自主坠入大气,燃烧殆尽。

而对于处于低轨道上部且体积较小的太空垃圾来说,杨宇光认为可以将携带半导体激光器的卫星发射到太空中,对体积较小的太空垃圾进行照射,高能激光光会将垃圾部分气化,蒸汽的反作用力会减小其运行速度,从而

缩短坠落后时间。“假如这颗卫星可以绕地球旋转相当长的时间,那么只要它与太空垃圾擦肩而过,就可以对其进行照射。虽然一次照射的作用可能微乎其微,但若反复多次照射,将会产生显著作用。”杨宇光补充道,并且半导体激光不依赖化学燃料,只需要靠卫星的太阳能电池板提供电力便可长久发挥作用。而对于体积较大的太空垃圾,由于其本身数量较少,因此派出航天器对其进行捕捉清除或许是可行的方案之一。

但捕获之后如何处理?杨宇光认为,将其直接“扔”回大气层内并不可取,“那同样需要消耗大量能量,也是不划算的。”他指出,可以在捕获后给其加装离轨帆,帮助其快速脱离轨道,坠入大气层。离轨帆是一种配置在卫星等航天器上,可在太空中实现自主展开的薄膜结构。其质量非常轻,但薄膜帆面展开后像一个大风帆,可以大大增加航天器的气动阻力,从而使其慢慢减速,逐渐脱离原轨道。杨宇光表示,虽然目前有多种清理太空垃圾的手段方法被提出,但都面临成本较高的问题,这一方面需要世界各国继续在技术上进一步探索,另一方面各国也应携手建立更加合理有效的外层空间管理机制,合力应对太空垃圾问题。

还会对其进行钝化处理,将内部的推进剂用光、高压气瓶中的气体排光、电池里的电耗光。“这些都属于蓄能含能部件,有可能会发生爆炸。排空后爆炸的可能性就会大大降低,能够避免因爆炸产生更多细小的太空垃圾。”杨宇光进一步介绍道,除了钝化,负责的国家还会控制卫星在寿命到期前主动离轨,一方面释放宝贵的轨道资源,另一方面也避免其废弃后成为太空垃圾。他举例道,如地球同步轨道卫星在36000公里高度,在如此高的位置上,如果仅依靠卫星自己减速、坠落,将是极其漫长的过程,时间甚至可以万年计算。如果能够控制卫星在寿命到期前主动离轨,便可大大减小其对其他运行卫星的威胁。例如,在地球同步轨道上方200公里左右,便有一处“坟墓轨道”,专门用于安置“寿终正寝”的同步轨道卫星。

造成的危害负有绝对的赔偿责任。如历史上来自美国天空实验室空间站的多个太空垃圾坠落在澳大利亚境内,造成一定的财产损失,美澳双方就赔偿问题反复交涉。杨宇光表示,高昂的处理成本以及缺乏明确的回报激励和责任划分,都让清理太空垃圾只能暂时停留在公益阶段。

减少垃圾产生各国在行动

虽然清理太空垃圾仍然困难重重,但在控制太空垃圾的产生方面,国际航天界已经行动起来。

杨宇光介绍道,目前国际航天界已经建立起了完善的通报和规避制度,即各国对当前所属航天器的运行轨道进行公开通报,避免不同国家航天器间发生在轨碰撞,产生大量太空垃圾。此外,对于火箭的末子级,各国

天闻频道

在月球熔岩管内建造基地最新研究提供可行性方案

◎本报记者 雍黎

据中国工程院院士、中国探月工程总设计师吴伟仁透露,我国将在2028年左右建成月球科研站基本型。这一消息让不少网友激动不已。

近日,科技日报记者从重庆大学获悉,《空间科学与技术(英文)》期刊刊发了重庆大学先进技术研究院院长、教育部深空探测联合研究中心常务副主任谢更新团队与北京空间机电研究所研究员果琳丽的联合研究文章,该文章探讨了将月球熔岩管用于人类居住的可行性,并提出利用地球溶洞模拟地外熔岩管的方案设想,这一方案可行性得到国际认可,并将选择重庆的喀斯特溶洞作为模拟场地,开展相关研究和试验。

“人类想在地外星球上长期生存,就必须建立一个安全、稳定、低功耗、可长期使用居住地。”谢更新表示,月球熔岩管是近年来发现的一类特殊月球地质结构,是火山活动在月球形成的空心管状洞穴。由于月球熔岩管有坚硬的玄武岩顶,其内部环境因素,如温度、辐射剂量和陨石撞击概率等都相对稳定。因此,理论上月球熔岩管可以为人类在月球的长期居住提供理想的栖息地。

根据上述研究文章,研究人员对利用月球熔岩管建立月球基地的合理性进行了论证。在月球基地能耗估算上,有人月球基地运行中涉及的封闭系统需要的外部能量主要用于维持人类呼吸、植物光合作用和控制内部温度。特别是由于月球表面的昼夜温差可以达到300摄氏度以上,因此在月表建立基地将消耗巨大的能源。而研究表明,在面积约8000平方米、高度约50米的半圆形隧道洞穴中,要保证一个可容纳8名航天员的月球基地维持正常运转所需的最低能耗约为145.5千瓦。“这一能耗大大低于在月面建设基地。”谢更新表示,从能耗上估算,月球熔岩管是建立月球基地的最佳选址地。

在安全性方面,相比月球表面,月球熔岩管所受辐射小且极端条件较少,这些优点使其更适合建立月球基地。研究显示,月表6米以下的熔岩管基本上免于宇宙射线和太阳辐射的影响;在地下1米以内的深度,太阳耀斑和太阳粒子事件基本不会影响到月球熔岩管的内部环境。

同时,月球熔岩管还可免受陨石击穿风险。并且因为月球熔岩管位于月表之下,能够更好地抵御月球尘埃。这些由月球表面的小碎片在太阳风的作用下形成的带电尘埃,可以吸附在航天服以及任何设备上,且具有研磨性,对人和设备的危害非常大。

此外,月球熔岩管在月球上的长期存在也证明了其结构足够稳定,可以承受月震的影响,和在月球表面建造基地相比,月球熔岩管具有明显优势。

“截至目前,月球探测活动已发现月球上有300多个洞穴入口——‘天窗’。”谢更新表示,“天窗”是由活动熔岩管坍塌而形成的坑,这300多个“天窗”,可以作为天然的月球基地备选地。

在充分论证了月球熔岩管内建造月球基地的可行性后,研究团队将在重庆利用溶洞模拟月球熔岩管进行验证研究。

“地球溶洞在内部结构、自然环境和隔绝外界环境3个方面,可以很好地模拟月球熔岩管的情况。”谢更新表示,虽然地球溶洞和月球熔岩管的形成机制和环境均不相同,但其大小相似,都是弯曲的半圆形洞穴,地球溶洞提供的空间可以满足现阶段的研究需求。此外,地球溶洞和月球熔岩管的环境都相对温和,酸碱度都为弱碱性,空气质量上也受外界影响较少,内部环境也极少受到外界环境影响。

据了解,研究团队计划利用重庆的喀斯特地貌,寻找合适的溶洞,利用溶洞模拟地外熔岩管的内部环境,通过封闭溶洞实现与外部环境的完全隔离。溶洞实验包括洞室自动施工技术和就地利用技术以及人工生态系统实验。采用导光管将阳光引入生态实验室,为作物生长提供阳光,并开发自动能源控制系统。

“在溶洞内建设月球基地,还需要突破如何将大的建筑体密封以及如何远程操控机器建造两大难题。”谢更新表示这也是研究的重点,他们将围绕密封、自动建造技术和地下通信、生态系统循环、人机环工效等问题进行研究,将利用“嫦娥四号”成功在月面首次构建微型生态系统、开展生物实验并培育出人类月球第一片绿叶的技术和经验基础,为在月球熔岩管内建造人类基地提供具有可操作性的方案。

科学家发现宇宙中氦元素的藏身之处

新华社讯(记者钱铮)日本东京大学、新潟大学等机构研究人员在新一期美国《天体物理学杂志》上发表论文说,他们分析日本红外观天卫星ASTRO-F的观测数据发现,在低温环境下形成含氮分子的过程中,紫外线发挥着重要作用,并获得了氦隐藏在星际空间有机物中的观测证据。这将帮助人类解开宇宙物质进化之谜。

东京大学日前发布的新闻公报介绍,在宇宙空间的低温环境下,氦元素如何形成对于生命体极其重要的成分氨基酸,仍然是一个未得到充分解释的课题。同时,作为宇宙中物质进化重要指标的氦元素(氢的同位素之一),科学家迄今只检测到少量含氦元素的气体,大量氦元素的藏身之处未明。

研究小组此次详细分析了ASTRO-F此前获得的恒星AFGL2006周围的近红外分光光谱,发现低温环境下含氮的氰酸根离子的存在量与紫外线强度密切相关。这表明,在宇宙空间的低温环境下,形成氨基酸等含氮分子的化学过程初期阶段,紫外线发挥着重要作用。

另一方面,氦元素的存在量是分析宇宙中恒星形成历史的重要指标。公报说,氦元素形成于宇宙大爆炸后的很短时间里,之后在恒星内部的核聚变过程中慢慢减少。而迄今为止借助紫外线观测,科学家们只检测到少量含氦元素的气体,远低于理论预测的宇宙空间氦元素存在量。因此,科学家们猜测氦元素另有隐藏的藏身之处。

借助ASTRO-F的观测数据,研究人员找到了多环芳香烃中含有氦元素的证据,证明这类宇宙空间中大量存在的有机物是氦元素的隐藏之所。公报说,本次观测的对象是周围带有被电离的气体且放出强紫外线的年轻大质量恒星周围的高密度低温区域,获得的成果将有助于探索宇宙中物质的进化以及生命的起源。

ASTRO-F是日本首颗红外天文卫星,于2006年2月升空,2011年11月退役。