



Distr.: General  
23 November 2020  
Chinese  
Original: English

和平利用外层空间委员会  
科学和技术小组委员会  
第五十八届会议  
2021年2月1日至12日，维也纳  
临时议程\*项目7  
空间碎片

## 关于空间碎片、携带核动力源空间物体的安全及其与空间碎片碰撞问题的研究

### 秘书处的说明

#### 一. 引言

1. 和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会第五十七届会议商定，应继续邀请会员国和在委员会拥有常设观察员地位的国际组织提交报告，介绍对空间碎片、携带核动力源空间物体的安全及其与空间碎片碰撞问题以及减缓碎片准则目前执行方法的研究（[A/AC.105/1224](#)，第109段）。为此，2020年10月16日致函会员国和拥有常设观察员地位的国际组织，请其在2020年11月13日之前提交报告，以便向小组委员会第五十八届会议提供资料。

2. 本文件由秘书处根据丹麦、芬兰、印度、日本和缅甸这五个会员国以及国际标准化组织和联合国裁军研究所提供的资料编写。日本和国际标准化组织提供的更多资料，包括与空间碎片有关的数据，将在小组委员会第五十八届会议上作为会议室文件提供。

\* [A/AC.105/C.1/L.387](#)。



## 二. 会员国提交的答复

### 丹麦

[原文：英文]  
[2020年11月2日]

#### 空间碎片测绘

在空间碎片测绘领域，丹麦国家空间研究所（丹麦技术大学空间所）致力于开发和验证航天器自主碎片探测，以期在特定空间飞行任务中使用这一方法展示其效率和范围。

丹麦方面正在与欧洲航天局讨论一项全面的测绘工作，以期在短期内（从2020年开始）利用现有的空间基础设施进行一项系统性工作。

最后，丹麦方面计划利用美利坚合众国国家航空航天局（美国宇航局）的朱诺号探测任务演示该方法，用以绘制体积在0.8至5.2天文单位（1天文单位为149,597,871千米）之间的自然碎片全尺寸分布图。

#### 主动清除空间碎片

丹麦技术大学空间所开展了下列工作：

- (a) 研究自然轨道衰变机制，开发、发射、操作和验证很高程度上自主化的目标探测、跟踪和交会，精确度为7厘米；
- (b) 研发和验证非合作目标自主编队飞行传感器；
- (c) 研究抓捕机制；
- (d) 研究定向能离轨技术。

#### 航天器自我移除技术

奥尔堡大学和 GomSpace 公司开展了航天器自我移除技术研究，这是一个由地平线 2020 欧洲联盟研究与创新框架计划资助的项目。该项目于 2016 年 2 月 1 日开始，并于 2019 年 3 月 31 日结束。

该技术使用一项通用的任务后处置飞行舱，任何航天器都携带其进入轨道，从而确保航天器在使用寿命结束时，不论是计划内结束，还是由于航天器故障造成计划外结束，均能得到妥善处置。该飞行舱将与航天器相互独立。

#### 所携带核动力源的安全及其与空间碎片碰撞相关问题

2019 年和 2020 年，丹麦在国家级没有对携带核动力源空间物体的安全及其与空间物体碰撞相关问题进行任何研究。

## 芬兰

[原文：英文]  
[2020 年 11 月 13 日]

### 国家空间态势感知战略

芬兰在 2018-2019 年期间与研究界、业界和行政管理界的伙伴合作，制定了国家空间态势感知战略。国家空间战略于 2013 年通过并于 2018 年更新，该战略认可空间的可持续利用是关键领域之一，在该领域中，芬兰业界和学术界有潜力在国际上针对创新数据产品和服务取得突破性解决方案。新的空间态势感知战略旨在从 2020 年起向芬兰所有用户提供国内可靠、最新和每天 24 小时的运行服务。该战略认识到空间态势感知现象具有全球性，因此建议芬兰积极参与与研究、技术、经济 and 立法有关的国际空间态势感知活动。

### 芬兰的空间监视和跟踪活动

2017 年之前，芬兰没有国家运营的卫星，因此对国家空间监视和跟踪活动的需求和兴趣一直不大，只是偶尔有一些重返事件涉及该物体在芬兰领土坠落的潜在风险。但近年来，芬兰进行了几次小型卫星发射任务，而且明显存在为科研和商业用途发射更多卫星的趋势。芬兰目前已拥有一些能够进行空间监视和跟踪的仪器，在相关观测技术方面具备特有的专门知识，包括雷达（欧洲非相干散射科学协会雷达）和光学（卫星激光测距）技术。此外，还进行了几项关于空间碎片观测的开创性研究，包括为欧洲航天局（欧空局）进行的研究。随着投入资源发展新的空间技术和经济，对资产进行空间监视和跟踪的重要性正在迅速增强。

在空间监测和跟踪观测方面，自 1978 年以来，卫星激光测距系统已经在全国范围内用于测量卫星的精确距离。芬兰地理空间研究所运营着 Metsähovi 大地测量研究站，该台站是全球大地测量网络的核心台站之一，为维持全球陆地和天体参照基准、精确确定导航和地球观测卫星的轨道以及确定地球在空间的方位提供观测数据。该台站可用的主要仪器之一是现代卫星激光测距望远镜系统。随着最新、最先进的卫星激光测距系统预计在 2020 年投入使用，芬兰还将有可能为空间监视和跟踪方面的主要工作即空间碎片测绘做出贡献。该系统将是芬兰空间监视和跟踪设施的基石之一。芬兰地理空间研究所一直积极推动为计划中的国家卫星有效载荷采用所称的折回反射信号装置，以使国家卫星激光测距系统能够在未来对这些有效载荷进行高精度跟踪。

欧洲非相干散射科学协会雷达已用于一些卫星和碎片观测活动，并被证明是北欧研究空间碎片和精确确定轨道的最佳雷达。2017 年，欧洲非相干散射科学协会开始建造下一代雷达系统 EISCAT\_3D，该系统将在若干方面优于目前的雷达，包括其跟踪空间碎片的能力。芬兰是对新雷达系统进行了重大投资的国家之一，其中一个接收站将在芬兰拉普兰运行。EISCAT\_3D 预计将于 2021 年投入使用。

在空间监视和跟踪研究方面，工作重点一直是利用国家现有观测系统的

独特能力。例如，芬兰地理空间研究所在 2016-2018 年期间实施了几个项目，包括利用 Metsähovi 卫星激光测距系统进行空间碎片观测的可行性，以及通过开发用于自旋状态确定和粗略分类的方法和软件，利用卫星激光测距观测确定碎片物体特征。此外，芬兰地理空间研究所还进一步研究了用于碎片观测的最佳策略和卫星激光测距仪器，并制定了一项升级计划，以提高跟踪非合作性目标的可行性。

芬兰地理空间研究所和赫尔辛基大学正在开展一个项目，旨在通过对卫星轨道进行极高精度的观测来测量地球辐射压力。该项目提供了在轨物体上所有作用力的信息，并为跟踪卫星和碎片提供支持。

芬兰可持续空间高级研究中心是科学、技术和新的商业空间活动的一个综合方案。该中心由赫尔辛基大学领导，计划建造和发射小型卫星，目的是全面了解地球的辐射环境，并开发离轨技术和下一代辐射耐受技术。第一颗卫星已接近发射准备状态，其有效载荷旨在探究大气辐射损耗和航天器离轨问题。Palmroth 等人在 2019 年发表的一篇论文中介绍了这颗卫星的设计详情。<sup>1</sup>

关于卫星重返，芬兰地理空间研究所和芬兰气象研究所通过监测欧空局重返服务机构等国际服务机构提供的卫星轨道预测数据，向内政部提供专门知识。2013 年地球重力场和海洋环流探测卫星重返成功地证明了这一点。在这次活动的基础上，芬兰地理空间研究所和芬兰气象研究所根据国家空间态势感知战略计划，于 2019 年启动了建立国家常设服务机构的准备工作。该机构将利用国家能力，以及从欧空局空间安全方案和新的欧洲联盟空间方案获得的信息。这些方案旨在提升欧洲在空间监视和跟踪以及空间天气方面的地位，将于 2020-2021 年期间启动。芬兰继续积极寻求与欧洲联盟空间监视和跟踪框架开展合作，力求在未来成为全面参与者。

#### 《国家空间活动法》与空间碎片有关的条款

《芬兰空间活动法》(63/2018) 强调了可持续利用外层空间和避免空间碎片的重要性。根据该法，避免不必要的环境损害和空间碎片是批准空间活动的条件之一，该法规定，运营方须按照公认国际准则，寻求确保外层空间活动不产生空间碎片。运营方尤其须限制在空间物体正常工作期间空间碎片的产生，降低空间物体在外层空间解体和碰撞的风险，并努力在空间物体完成任务之后将其移至不太拥挤的轨道或大气层。

#### 印度

[原文：英文]

[2020 年 11 月 16 日]

印度空间研究组织一直积极参与空间态势感知和管理活动以及空间碎片分析研究，包括就再入大气层预测、碎片化和碎裂建模展开研究。印度空间研究组织一直在对风险物体进行再入预测和分析，并积极参与机构间空间碎片协调委员会的年度再入预测活动。印度空间研究组织也正在就主动清除碎片、航

<sup>1</sup> <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018JA026354>。

天器防护罩、大型星座造成的威胁和空间碎片状况长期演变过程开展研究。

多年来，印度空间研究组织已建立了关于避免碰撞的分析工具能力，以保护其空间资产。对所有在低地球轨道运行的印度空间研究组织的卫星来说，当另一个空间物体接近时，会进行避免碰撞机动操作。所有常规机动操作计划也需接受分析，以便作出关联评估，并相应获得执行许可。

自 1996 年以来，印度空间研究组织一直是参加机构间空间碎片协调委员会活动的成员。印度空间研究组织的运载火箭和航天器项目实施了若干项符合机构间空间碎片协调委员会/联合国空间碎片减缓准则的措施，以限制生成空间碎片。在任务结束时对所有极轨卫星运载火箭和地球静止卫星运载火箭做钝化处理。目前，印度空间研究组织在地球静止轨道上运行的所有航天器都具备任务后处置能力。在使用年限结束后，地球静止轨道上的卫星会被转至较高轨道，之后做钝化处理。印度空间研究组织已经草拟了减缓碎片要求，目前正在审查中，以便在不久的将来在印度空间研究组织的所有项目和方案中实施。印度空间研究组织发布了其《2019 年空间态势报告》。

目前，印度空间研究组织没有任何可能对外层空间安全构成威胁的核动力空间物体。如果计划在未来的任何任务中发射此类空间物体，印度空间研究组织将遵循国际公认准则处理安全问题。

印度空间研究组织总部设立的空间态势感知与管理局正在努力推动印度空间研究组织和航天部各中心开展协作，并进行必要的政策干预，从而制定空间态势感知战略，建立支持性基础设施和发展有效的操作机制，在空间碎片环境中保护印度的空间资产。印度最近向私营参与方开放了国内的空间活动领域，因此，正在制定必要的协调和有效的空间态势感知规程。

印度空间研究组织在印度斯里赫里戈达岛建立了一个多目标跟踪雷达，2015 年投入使用，用于探测和跟踪低地轨道物体。此外，印度空间研究组织正在架设光学望远镜，用于观测地球静止轨道上的物体，目前正在逐步投入使用。

为了应对发射次数和碎片数量不断增加的情况，印度计划通过建立更多观测设施来加强和扩大现有空间碎片观测能力。空间物体跟踪和分析网络项目已经得到印度政府批准。作为实现上述目标的第一步，空间态势感知和管理控制中心可随时协调所有空间态势感知和空间碎片相关活动。根据该项目，将在三年内安装一台跟踪低地球轨道物体的最先进多目标雷达和一台跟踪地球静止轨道物体的光学望远镜。

但是，现在存在一个严重问题亟需各国际组织和机构重视。空间领域正在发生重大变化，空间业正在低地球轨道上布设大量星座。这些星座对常规卫星的运行和地面的空间观测活动构成了挑战。许多星座由超小型和小型卫星组成，这些卫星没有配置能够改变轨道避免与空间物体可能相撞的机动操作系统。目前空间中有多个大型星座（有些已经完成开发部署，有些正在筹建中），这种现象使空间碎片的情况变得复杂化，并造成运行中的航天器发生碰撞事故的风险倍增。我们敦促所有参与方共同努力，找到最佳解决方案以减缓这种情况，为在低地球轨道部署多物体的做法制定适当的法规和控制措施，并以安全和最佳的方式利用宝贵的空间自然资源。

## 日本

[原文：英文]  
[2020年11月12日]

### 概述

根据秘书处外层空间事务厅提出的要求，日本汇报，本国与空间碎片有关的活动主要由日本宇宙航空研究开发机构（日本宇航机构）实施。

日本宇航机构在2019年和2020年期间开展的下述与碎片有关的活动被选为取得重大进展的实例，具体如下：

- (a) 交会评估结果和空间态势感知核心技术研究；
- (b) 有关低地轨道物体和地球同步轨道物体观测以及此类物体轨道定位的技术的研究；
- (c) 实地微型碎片测量系统；
- (d) 研发复合推进剂燃料箱；
- (e) 主动清除碎片。

### 现状

#### 交会评估结果和空间态势感知核心技术研究

日本宇航机构从联合空间业务中心接收交会通知。2019年，日本宇航机构为低地球轨道航天器执行了三次规避碎片机动操作。

#### 空间态势感知核心技术

日本宇航机构利用上齋原空间防卫中心的雷达传感器以及美星空间防卫中心的光学传感器确定空间物体的轨道，利用该机构卫星的最新轨道星历预测濒临接近，并且计算碰撞概率。

目前，日本宇航机构正在研发一种新雷达，较之现有雷达，新雷达可用来跟踪更小的空间碎片，尤其将覆盖大约500至800千米的高度，这是日本宇航机构大多数低地球轨道卫星的轨道高度。日本宇航机构正在整修1.0米和0.5米望远镜，以保持它们目前的能力。与现有系统相比，新的分析系统将能够处理更多的数据。日本宇航机构还最大程度地实现了大部分流程自动化。

日本宇航机构开发了多种工具，一旦该机构从联合空间业务中心接收了交会数据信息，这些工具即被用于帮助规划规避碎片机动操作。在经验的基础上，规避碎片机动操作的所有程序均已简化，减少了工作量。

## 有关低地轨道物体和地球同步轨道物体观测以及此类物体轨道定位的技术的研究

一般来说，低地球轨道上的物体主要通过雷达系统来观测，但日本宇航机构一直在努力利用光学系统，以便降低建造和运营成本。研发了一个用于低地轨道观测的大型 CMOS 传感器。利用日本宇航机构开发的基于现场可编程门阵列的图像处理技术分析 CMOS 传感器的数据，能够发现低地球轨道上 10 厘米甚至更小的物体。为了增加对低地球轨道和地球同步轨道物体的观测机会，除了日本的入笠山观测站之外，还在澳大利亚建立了一个远程观测站。一架 25 厘米望远镜和四架 18 厘米望远镜可用于不同的观测目标。

### 实地微型碎片测量系统

空间碎片监测器是一个实地微型碎片传感器，重点监测 1,000 千米以下轨道上的微型至微小型碎片。最近的飞行活动是由 H-II 号转移飞行器“白鸛”（HTV）5 号进行的。实际测量这种小型碎片后得出的信息对于正确理解大量近距离绕地球运转的小型碎片现状至关重要，因为这种碎片正在成为轨道上的一个主要风险因素。

空间碎片监测器的独特之处在于其探测系统并不复杂，飞行前不需要任何特殊的校准，并且可以很容易地与其他传感器协作。监测器包括碎片探测区和电路区。碎片探测区由非常薄的聚酰亚胺薄膜制成，有数千条 50 微米宽的导电网格线，能够探测直径从 100 微米到按毫米计的相撞碎片。

日本宇航机构与美国航天局轨道碎片方案办公室合作，开发新的实地微型碎片测量方法，以便了解在 1,000 千米以下轨道上运行的小型碎片的情况。

### 研发复合推进剂燃料箱

推进剂燃料箱通常用钛合金制造，钛合金重量轻，与推进剂有良好的化学兼容性，因此是优质材料。但是其熔点很高，以至于在重返期间推进剂燃料箱无法自毁，有可能造成地面人员伤亡。

多年来，日本宇航机构着手研发一种铝衬燃料箱，外部裹有碳复合材料，这样就能降低燃料箱的熔点。为开展可行性研究，日本宇航机构进行了基本测试，包括一次确定铝衬材料与联氨推进剂兼容性的测试以及一次电弧加热测试。

在制造和测试较短小的 EM-1 燃料箱工程模型之后，制造了全尺寸的 EM-2 燃料箱。EM-2 燃料箱的形状与正常燃料箱相同，并包括一个推进剂管理装置。利用 EM-2 燃料箱进行了耐压测试、振动测试（在潮湿和干燥条件下）、外部泄漏测试、压力循环测试和暴冲压力测试，所有测试结果良好。关键设计评审已完成。

与钛合金推进剂燃料箱相比，这种复合材料推进剂燃料箱的交付周期更短，成本更低。正在对再入大气层期间的销毁可能性开展试验和分析评估。

## 主动清除碎片

日本宇航机构组织安排了一个旨在实现低成本主动清除碎片任务的研究方案。主动清除碎片关键技术有三大研发课题：非合作性交会、非合作性目标的捕获技术，以及清除大型完整空间碎片的离轨技术。日本宇航机构正在与日本私营公司合作，以便实现商业化低成本主动清除碎片，该机构正在致力于提供这项关键技术。

日本宇航机构还在开展商业化清除碎片示范方案。该方案分两个阶段，旨在实现全球首次在与私营企业合作下进行主动清除碎片活动。第一阶段包括展示关键技术，如非合作性交会、近距离操作和检查 H2A 运载火箭第二级，计划于 2022 财年启动。第二阶段包括展示主动清除碎片和 H2A 运载火箭第二级再入大气层，计划不早于 2025 财年进行。Astroscale Japan 公司 2020 年 2 月通过竞标当选第一阶段的合作伙伴公司。

## 缅甸

[原文：英文]

[2020 年 11 月 13 日]

缅甸作为出席 2018 年 6 月 20 日和 21 日举行的“外空会议+50”高级别会议的国家之一，因参加了在外层空间事务厅支持下举办的具有历史意义的第一次联合国探索及和平利用外层空间会议周年活动而受到祝贺和关注。缅甸始终是国际空间活动的参与者，力求加强空间利用，实现可持续发展目标。

作为一个发展中国家，缅甸联邦共和国政府尚在制定一项空间方案，旨在实现空间相关愿望，发射本国卫星和控制战略性国家通信和广播业务。在运行卫星系统时，缅甸将重视空间科学、技术、法律和政策，以造福本区域和多区域人民，并将促进实现全球倡议，如《2030 年议程》。

由于国家卫星项目仍处于规划阶段，缅甸还未遇到空间碎片、核动力源和相关问题等议题。尽管缅甸尚未考虑对这些问题进行研究，但在发展本国卫星系统的同时，缅甸将注重与国际社会/组织开展合作，发展空间碎片减缓技术，以此作为确保安全与和平利用空间的一个重要步骤。

### 三. 国际组织提交的答复

#### 国际标准化组织

[原文：英文]

[2020 年 11 月 6 日]

本信息分三部分提供：国际标准化组织关于安全和高效空间作业的标准；国际标准化组织关于减缓空间碎片的标准；以及参与制定国际标准化组织标准的乌克兰代表团提交的材料。

上述标准为空间业和国家行为实体如何能够适用规范性标准来提高空间飞行安全发挥着重要的推动作用，不仅体现在积极开展的空间作业和减缓空间



碎片相关工作方案中，也体现在整个国际标准化组织空间标准的工作方案中。

乌克兰代表团提供的实例表明了如何在实践中应用上述国际标准化组织标准。

### 关于安全和高效空间作业的国际标准

在当今日益复杂的空间环境中，确保所有空间领域（民用、商用、政府、学术界等）在空间作业、安全和可持续性方面采用更完善的整体方法比以往任何时候都更加重要。空间标准可通过减少重复工作和利用相关业界的专门知识，在提供整体的方法方面发挥关键作用。

国际标准化组织 ISO/TC20/SC14 第三工作组为讨论地面作业、发射和空间飞行作业及其支持系统和设备等所有方面提供了一个国际集中点。第三工作组负责与参与空间系统和运行（包括空间交通管理）的国际、区域和国家组织和行业协作，并与这些组织和行业发挥协同作用。

#### 用于维持有复原力的空间作业的标准框架

第三工作组的主要目标之一是确保在部件、设备和空间系统的运行、维护和处置，包括空间飞行器及附带的地面系统，及其内嵌的信息传输和数据通信系统网络等各方面皆有国际公认的标准。此外，第三工作组力求通过制定空间企业标准和做法并就这些标准和做法达成国际共识，促进空间活动所有方面的商业化和安全。

#### 国际标准化组织空间作业和支持系统标准

主要的专题领域有数据交换和调度；发射和飞行作业，包括空间交通管理；发射和飞行安全，包括空间交通管理；以及地面、发射和空间支持。

这些领域的标准包含一套可自愿采用的有效和切实措施，或通过提及而纳入这样的措施，以商业合同加以明确规定，或通过国家法规强制实施。质量效益是通用的验证要求和报告格式，用来确保合格测试获得广泛认可；提高作业安全性；通过使用通用分类法和数据格式实现互操作性，使国际伙伴和各机构之间能够高效交流；实现地面和空间支持设备的互操作能力；以及为未来商用而维护和保护空间环境。

#### 第三工作组今后的标准制定工作

第三工作组欢迎各方参与帮助制定和维持以下领域的空间系统标准：网络保护和网络安全；人类在空间居住；空间交通管理；自主导航和位置保持；布局配置；斜面地球同步轨道作业；发射规避碰撞；在轨服务；作业时间安排和任务规划；交会和近距离作业；空间领域感知；以及亚轨道飞行安全和飞行作业。

## 减缓空间碎片标准

参与空间作业的私营和公共行为体越来越意识到空间碎片的威胁。其中一些组织多年来一直在采取措施减缓碎片的产生。但是碎片数量在继续增加，潜在发生破坏性碰撞的可能性也相应增加。由于利用现有技术修复空间环境充满了挑战，目前确保空间活动长期可持续性的最有效方式是标准化实施减缓碎片措施，包括规避碰撞措施。标准化将在未来几年发挥重要作用，帮助监管机构和运营方以有效的方式制定和应用适当的空间碎片法规和最佳做法。国际标准化组织 ISO TC20/SC14 是负责“空间系统和运行”标准的委员会，由来自业界、学术界和机构组织的代表组成，具备应对这一挑战的必要技能。制定减缓碎片标准的责任由 SC14 委员会的所有七个工作组分担，并由第七工作组（轨道碎片问题工作组）监督。

### 减缓空间碎片的国际方法

自 2003 年以来，国际标准化组织一直在将整个空间业的各项准则和最佳做法整合成一套全面的减缓空间碎片国际标准。机构间空间碎片协调委员会、国际电信联盟和联合国等组织以及各监管机构公布的建议一直是此项工作关注的重点。国际标准化组织减缓碎片标准的一项关键目标是系统性规范这些建议，使之可直接应用于客户和供应商之间的合同协议。这有助于避免在采购航天器或发射服务时出现解读上的差异。这些标准也可作为各国制定减缓空间碎片法规的依据，亦可自愿采用。因此，在国际范围内，采用国际标准化组织碎片标准将有助于推动公平竞争，促进空间活动的长期可持续性。

### 国际标准化组织减缓空间碎片标准框架

国际标准化组织减缓碎片标准的主要目的是规定相关具体措施，这些措施在设计、运行和处置航天器或运载火箭轨道级时加以实施，防止生成空间碎片。这些标准按层次结构分级。所有高级别减缓碎片要求均载于一项顶层标准：ISO 24113 标准（空间系统—减缓空间碎片要求），该标准的第三版于 2019 年出版。这是关于碎片的最重要标准，其中列明一套有效和切实的措施，侧重防止在正常作业过程中排放物体；对低地球轨道和地球静止轨道受保护轨道区域的航天器和轨道级实施任务后处置；防止在轨解体；以及再入大气层风险评估。

在 ISO 24113 标准这一级以下，有多项稍低级别的实施标准，这些标准确定了支持遵守 ISO 24113 标准所列要求的详细措施、程序和实际做法。

目前有以下实施标准：

(a) ISO 11227 标准描述了一种获取数据的实验程序，用以在航空器材料受到以空间碎片和流星体为代表的超高速抛射体的撞击后，确定所释放的抛射物的特征。这些数据有助于在为航天器外表面选择合适材料时做出知情决定；

(b) ISO 14200 标准规定了在航天器和运载火箭轨道级撞击风险评估中使用流星体和碎片环境模型的程序。针对模型的选择和使用以及确保在航天器或

运载火箭轨道级的整个设计过程中模型的可追溯性，制定了指导意见：

(c) ISO 16126 标准规定了相关要求和程序，用于评估无人航天器抵御空间碎片和流星体撞击的生存能力，以便确保进行任务后处置所需的关键部件得以保存；

(d) ISO 27852 标准描述了估算低地球轨道交叉轨道上的卫星、运载火箭、末级和相关碎片轨道寿命的程序。该标准还阐明了太阳和地磁活动建模的建模方法和资源、选择大气模型所需的资源以及航天器飞行轨迹系数估算方法；

(e) ISO 27875 标准提供了一个框架，用于评估、减少和控制航天器和运载火箭轨道级再入地球大气层并撞击地球表面时对人类和环境构成的潜在风险。

此外，不久将公布以下实施标准：ISO 20893 标准和 ISO 23312 标准，这两项标准将分别确定详尽的减缓空间碎片要求，并针对运载火箭轨道级和航天器的设计和运行提出建议。

国际标准化组织还出版了几份非规范要求的技术报告，以便提供更多指导：

(a) ISO/TR 16158 技术报告介绍了一些广泛使用的技术，用于感知濒临接近、估算碰撞概率、估算累积生存概率和进行规避碰撞的机动操作；

(b) ISO/TR 18146 报告和 ISO/TR 20590 报告分别系统性地指导工程师在航天器和运载火箭轨道级设计和运行的所有阶段实施减缓碎片措施。

### **Yuzhnoye 国家设计局（乌克兰）提交的声明，提供了实例说明如何使用国际标准化组织的标准帮助确保空间飞行安全**

众所周知，运载火箭末级和航天器的意外爆炸是造成空间碎片数量增多的主要原因。减缓此类爆炸事件，并遵守 ISO 24113 标准所载的其他减缓碎片要求（任务后处置、推进剂和动力系统钝化处理、防止与飞行任务有关的碎片抛射等）是可采取的有效行动，能够将空间碎片产生数量减少两倍或两倍以上。

1992 年 12 月 26 日和 1993 年 3 月 26 日，Yuzhnoye 国家设计局遇到了其已完成任务的天顶号运载火箭第二级发生的爆炸，当时大量剩余推进剂（可能达两吨）在航天器分离约 27 至 30 小时后爆炸。旋风 3 号运载火箭末级在发射 16 年和 29 年后也发生了类似的爆炸，原因是热导助燃剂燃料箱压力增大，这些问题已经得到解决。

根据 ISO 24113:2019 标准规定的减缓碎片要求，Yuzhnoye 国家设计局完成了对与运载火箭承包商签订合同的第聂伯、天顶号、旋风号和其他运载火箭系统的减缓空间碎片详尽评估。重点是确保在综合作业后成功完成发射系统的任务后钝化处理。此外，还特别注意确保排尽推进剂和加压燃料箱中的所有剩余能源，并对推进剂及其机械接触面之间物理和化学相互作用实施控制。

因此，严格遵守国际标准化组织减缓空间碎片标准（包括 ISO 24113、

20893 和 26872 标准) 对于确保 Yuzhnoye 国家设计局管理的新运载火箭的安全设计和运行至关重要。

## 联合国裁军研究所

[原文：英文]

[2020 年 10 月 20 日]

虽然联合国裁军研究所没有专门就这一专题开展研究，但该研究所与相关专题有关的一些资源可能值得关注：

(a) Daniel Porras, 《仰望天空：对空间验证的再思考》(空间档案 4)，日内瓦，裁研所，2019 年 10 月：<https://doi.org/10.37559/WMD/19/Space01>；

(b) 2020 年 5 月和 6 月，裁研所主办了四次系列在线活动，活动名称为发射台研讨会，重点讨论空间和导弹问题，参与者众多。每场活动的视频录像，包括关于空间态势感知和空间安全的第一场活动的视频录像，可查阅 <https://unidir.org/events/launch-pad-seminars-virtual-forumnew-ideas-space-security-and-related-matters>；

(c) 裁研所定于 2020 年 11 月 10 日与世界安全基金会共同举办一次关于空间态势感知和验证的在线活动。有关此次活动的信息将很快在裁研所网站上公布。

(d) 裁研所将在 2020 年底之前再出版一份空间档案，这是该系列的第七份档案，概述空间态势感知能力当前进展所涉及的技术和政策相关方面。自 12 月起，该档案可在裁研所网站上查阅。