



大会

Distr.: General
2 November 2016
Chinese
Original: English/Spanish

和平利用外层空间委员会

科学和技术小组委员会

第五十四届会议

2017 年 1 月 30 日至 2 月 10 日，维也纳

临时议程*项目 7

空间碎片

各国对空间碎片、携载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. 导言

1. 大会在第 71/90 号决议中表示，深为关切空间环境的脆弱性和外层空间活动长期可持续性所面临的挑战，尤其是空间碎片的影响，这是一个事关所有国家的问题；大会认为各国必须更加关注空间物体、特别是携载核动力源空间物体与空间碎片碰撞的问题，以及空间碎片问题的其他方面。大会呼吁各国继续研究这个问题，开发更完善的技术来监测空间碎片，汇编和传播关于空间碎片的数据。大会还认为，应尽可能向和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会提供这方面的资料，并同意需要通过国际合作推广适当且负担得起的战略，以尽量减少空间碎片对未来空间任务的影响。

2. 在第五十三届会议上，小组委员会同意应继续邀请会员国以及享有和平利用外层空间委员会常驻观察员地位的国际组织提交报告，介绍关于空间碎片、携载核动力源空间物体的安全、此类空间物体与空间碎片碰撞问题、以及碎片减缓准则执行方法的研究（[A/AC.105/1109](#)，第 113 段）。为此，小组委员会在 2016 年 7 月 29 日向会员国和享有常驻观察员地位的国际组织发出普通照会，请其在 2016 年 10 月 17 日之前提交报告，以便向小组委员会第五十四届会议提供资料。

* [A/AC.105/C.1/L.355](#)。



3. 本文件由秘书处根据日本、墨西哥、葡萄牙和西班牙这四个会员国以及国际空间安全促进协会和航天新一代咨询理事会提交的资料编写。日本和航天新一代咨询理事会提供的更多资料，包括与空间碎片有关的图片和数据，还将作为小组委员会第五十四届会议的会议室文件提供。

二. 会员国提交的答复

日本

[原件：英文]
[2016 年 10 月 28 日]

概述

本报告概述了日本宇宙航空研究开发机构围绕空间碎片问题开展的主要研究工作。

下文主要介绍了以下方面的研究：

- (a) 交会评估结果和空间态势认知核心技术；
- (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) 微型碎片撞击防护；
- (e) 返回大气层过程中易解体的推进剂贮箱；
- (f) 主动清除碎片。

交会评估结果和空间态势认知核心技术

交会评估结果

日本宇宙航空研究开发机构收到了联合空间业务中心发出的交会通知。2016 年 8 月收到通知 110 次，超出了特定交会阈值。2009 年至 2016 年 8 月间，日本宇宙航空研究开发机构对低地轨道航天器执行了 19 次防碰撞规避操作。

空间态势认知核心技术

日本宇宙航空研究开发机构利用上齐原空间防卫中心的雷达以及美星空间防卫中心的望远镜获得的观测数据，确定空间物体的轨道；利用宇宙航空研究开发机

构卫星的最新轨道星历，预测接近距离；并使用独特方法计算碰撞概率。日本宇宙航空研究开发机构还根据自身经验，评价交会评估和防碰撞规避操作的标准。在这些评价中会逐一分析交会条件和扰动（例如空气阻力不稳定）造成的预测误差。

作为一项研究课题，日本宇宙航空研究开发机构通过改变地面雷达设施的观测路径数量开展返回大气层分析。日本宇宙航空研究开发机构发现，假如观测弧长于 24 小时，关于返回大气层的预测误差则会较小。

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

通常主要通过雷达系统观测低地轨道物体，但日本宇宙航空研究开发机构尝试采用光学系统以降低系统建造和运营成本。为覆盖广阔空域，使用了光学传感器阵列。调查观测发现，使用由一架 18 厘米孔径望远镜一个互补式金属氧化物半导体传感器构成的系统，就可观测到 1,000 公里高度上直径 15 厘米及以上的物体，这些物体中有 36% 未列入目录。此外，日本宇宙航空研究开发机构成功探测到在轨的一颗极轨无源大气校正球，该铝制球体的直径为 10 厘米。此外还开发了低噪互补式金属氧化物半导体传感器。与此前的设备相比，新型传感器的观测范围扩大了五倍，能够探测到星等低一度的物体。关于地球同步轨道观测，新的观测方法采用两晚的数据来初步确定轨道。这种方法将观测时间缩短了三分之一，观测到的物体数量由此提高了一半。

实地微型碎片测量系统

日本宇宙航空研究开发机构开发了星载探测器，用于直径小于 1 毫米的微型碎片的实地微型碎片测量系统，从地面上探测不到这些碎片。这种实地微型碎片测量系统中的传感器被称为空间碎片监测器，它是率先利用基于导（阻）线的传感原理来探测碎片的传感器。

假如在众多航天器上安装这种传感器，则所获数据将有助于人们改进碎片环境预测模型。2015 年 8 月 19 日，利用日本货运飞船 H-II 号转移飞行器（HTV）发射了第一个空间碎片监测器，这是人们首次利用导（阻）线概念，在国际空间站开展微型碎片测量的演示实验。日本宇宙航空研究开发机构目前正在对所获数据进行分析。

微型碎片测量系统，对于开展有关航天器在碎片撞击下生存能力的风险评估以及为航天器设计成本效益高的保护装置，都是必不可少的，但现有的测量系统极少。日本宇宙航空研究开发机构为 IDEA OSG 1 号商业卫星提供了两个空间碎片监测器，这是由一家名为 ASTROSCALE 的新兴公司开发设计的。鼓励空间机构在其航天器上安装空间碎片监测器，分享数据，并为改进碎片和流星模型作出贡献。

微型碎片撞击防护

低地轨道上直径小于 1 毫米的微型碎片的数量不断增加。微型碎片的撞击速度平均可以达到 10 公里/秒，微型碎片的撞击会给卫星造成严重破坏。

日本宇宙航空研究开发机构为评估碎片撞击对于卫星的影响，正在对航天器的部件和防护罩材料进行超高速撞击测试和数值模拟试验，此外还开始调查碎片撞击造成的电力中断问题。

这项研究的结果体现在《空间碎片防护设计手册》（JERG-2-144-HB）中。该手册于 2009 年出版，并于 2014 年修订。

此外，日本宇宙航空研究开发机构研发了名为“图兰朵”的碎片撞击风险评估工具。“图兰朵”利用航天器的三维模型，分析碎片撞击风险。为应用美国国家航空和宇航局（美国航天局）最新碎片环境模型（ORDEM 3.0）而对“图兰朵”进行了更新。

返回大气层过程易解体推进剂贮箱

推进剂贮箱通常由钛合金制成。钛合金重量轻，并且与推进剂具有良好的化学兼容性，是适合用作推进剂贮箱的材料。但由于钛合金的熔点高，在返回大气层时通常不会解体，因而存在造成地面伤亡的风险。

日本宇宙航空研究开发机构着手研发一种铝衬贮箱，外部裹有碳复合材料，这样就能降低贮箱的熔点。为开展可行性研究，日本宇宙航空研究开发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。日本宇宙航空研究开发机构尝试生产出第一个小比例工程模型贮箱。利用这个工程模型贮箱开展了一次耐压性测试、一次外部泄露测试、一次压力循环测试和一次暴冲压力测试，所有测试结果均合格。对推进剂管理设备进行了振动测试，确认其对发射环境的耐受性。在对第一个工程模型贮箱和推进剂管理设备模型进行测试之后，目前正在制造第二个工程模型贮箱，其形状与正常贮箱保持一致，并包含推进剂管理设备。第二个工程模型贮箱将经受耐压性测试、外部泄漏测试、压力循环测试、振动测试（在干湿环境下进行）和暴冲压力测试。在第二个工程模型贮箱之后，计划制造原始模型并进行测试。与此前的钛合金贮箱相比，今后贮箱的制造成本有望降低，制造时间也将缩短。

主动清除碎片

日本宇宙航空研究开发机构正在开展一项研究方案，目的是实现低成本的主动清理碎片任务。方案内容包括：主动清理碎片情景分析；研发关键技术；以及，研发在轨作业技术，以便在不久的将来实现自动操作。

关于主动清理碎片的关键技术，有三个研发课题：非合作性交会；非合作性目标的捕获技术；以及，清理大型目标的脱离轨道技术。电动力缆绳系统作为主动清除碎片的装置，今后将大有可为，利用这项技术不必使用推进剂便可以让碎片脱离轨道，同时还可以轻易附着在非合作性碎片物体上。计划在 2016 年财政年度由名为“风筝”的电动力缆绳系统进行飞行演示。关于此次任务的说明已写入拟提交小组委员会第五十四届会议的会议室文件。电动力缆绳系统试验模块将安装在 H-II 号转移飞行器上，在飞行器返回大气层的前一刻启动，其作为脱离轨道设备的作用将得以展示。

墨西哥

[原件：西班牙文]
[2016 年 10 月 14 日]

墨西哥空间局历来致力于开展研究工作，以期强化与创新空间技术有关的活动。在本报告中，墨西哥空间局介绍了关于空间碎片、携载核动力源空间物体的安全以及此类物体与空间碎片碰撞问题的研究进展情况。

关于携载核动力源空间物体的安全问题，墨西哥积极参与和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会以及法律小组委员会的工作。墨西哥信守关于在外层空间使用核动力源的各项原则，致力于促进和平，以《拉丁美洲和加勒比禁止核武器条约》（《特拉特洛尔科条约》）等国际文书为指导。此外，墨西哥还是《核安全公约》的缔约国。这部《公约》从预防角度有系统地处理核安全问题，体现了国际社会对于确保核能利用以安全有序并对环境友好型方式进行的重视。

墨西哥认为，应敲定并进一步分析关于拟订一项综合性普遍公约的提议，这项公约将能使外层空间相关原则具有约束力，并可对现有联合国外空条约的相关规定加以补充。墨西哥是 1967 年《关于各国探索和利用外层空间包括月球与其他天气活动所应遵守原则的条约》的缔约国，该《条约》第四条第一款规定：“本条约各缔约国承诺不在环绕地球的轨道上放置任何载有核武器或任何其他种类大规模毁灭性武器的物体，不在天体上装置这种武器，也不以任何其他方式在外层空间设置这种武器。”虽然规章条例既有约束性的也有非约束性的，但是对造成损害的携载核动力源的空间物体，除了在《空间物体造成损害的国际责任公约》下可被理解为“对损害的赔偿”之外，并不存在任何其他制裁。

墨西哥在四个专家组内与外层空间活动长期可持续性工作组开展协作：关于支持全球可持续发展的可持续利用空间 A 专家组；关于空间碎片及支持协作型空间态势认知的空间作业和工具的 B 专家组；关于空间天气的 C 专家组；关于空间领域行动方规范机制和指导的 D 专家组。墨西哥参与了由加拿大、捷克共和国和德国提出的关于编制空间碎片减缓标准汇编的倡议，这项倡议是在和平利用外层空间委员会第五十三届会议上提交其法律小组委员会的。

墨西哥的空间活动始于 1985 年，当年发射了 Morelos I 号和 Morelos II 号对地静止卫星。目前有六颗卫星正在运行。按照消除空间碎片的做法，墨西哥的对地静止卫星轨道政策包括留足燃料，确保卫星在使用寿命结束时能够自动脱离轨道。墨西哥卫星公司采用了这种程序。上述所有程序均考虑到《和平利用外层空间委员会空间碎片减缓准则》以及开展重要空间方案的国家颁布的相关规章条例。

根据《外层空间条约》，墨西哥坚持外层空间非军事化以及和平利用外层空间的立场。

葡萄牙

[原件：英文]

[2016 年 10 月 28 日]

葡萄牙的空间碎片活动

下文将简要介绍葡萄牙围绕空间碎片问题开展的主要活动。

航天器降解物产生的空间碎片

这项活动按照欧洲空间局的一份合同进行，里斯本大学自然科学系是主要的承包商，法国国家航空和航天研究局及德国布伦瑞克技术大学是分包商。

这项活动旨在评估因航天器外层暴露在太空作业环境中而产生的空间碎片物体的数量及其特点。研究重点是多层绝缘材料和油漆碎片，这二者均属于表层降解物。了解这些碎片形成的过程，分析其特点，并确定其数量，对于空间环境建模工作至关重要。

在实际和加速空间环境条件下开展了降解研究实验。

葡萄牙空间监视和追踪系统

这项活动由本国行业各行动方集体开展，学术合作伙伴也参与其中，目前正在与国防部及科学部合作制定计划。

成员包括：软件服务与开发（EDISOFT）公司（领导者）、Deimos Engenharia（DEIMOS）公司、GMV 公司、电子学研究与开发（EID）公司、电子通信研究所、波尔图大学自然科学系以及里斯本大学自然科学系。

目前正处在提议阶段，所有利益攸关方（公司和部委）已经召开了数次会议。

活动具有多项目标，可简要总结如下：探索可否部署葡萄牙空间监视和追踪系统，向欧洲联盟空间监视和追踪系统支持方案提出申请。

有了这一系统，将可以收集包括空间碎片在内的在绕地轨道上运行的物体信息以及外国卫星的轨道和活动信息，从而成为受到其他国家重视的地缘战略资产。通过本国空间监视和追踪系统自动直接获取相关信息，将提升葡萄牙的政治影响力。

作出调整以适应空间监视和追踪系统的葡萄牙基础设施的覆盖范围包括了亚速尔群岛和马德拉群岛。安装和维护这些基础设施将促进当地经济发展，创造就业机会和拉动经济增长。

西班牙

[原件：西班牙文]
[2016 年 10 月 18 日]

近十年来，西班牙在空间碎片领域积累了广泛经验。西班牙研究机构和工业实体开发了大量系统和工具，用于确定和预测空间物体的轨道。此外，西班牙政府还建立了国家空间监视系统，并加入了关于改进空间监视和减少在轨碰撞风险的国际项目。

在开展这些活动的同时，还进行了重要的研发工作。调试了天文望远镜，以便探测地球轨道上的物体。初期观测活动取得了相当积极的成果，探测到了很多物体，并且让人们得以深入了解空间碎片造成的在轨碰撞风险。另一方面，正在开发专门用于探测和监测空间物体的新系统。这些系统将极大提高地球轨道监测能力和依据已收集信息研究空间物体行为并减少其碰撞风险的能力。

西班牙还加入了欧洲联盟空间监视和追踪支持框架，这个方案不仅旨在提供空间监视和追踪服务，还意在开展研究以提高相关技术现有水平。研究工作计划在 2016 年开始，至少将持续到 2020 年。人们对于地球轨道上空间碎片状况的认识将由此取得重要进展。此外，这些活动还将减少在轨碰撞风险。

在欧洲空间局内部，西班牙在包括空间监视等空间态势认知方案上起到了重要作用。西班牙是该方案的最大捐助方，并且牵头开展了多项方案活动，从而为推进人们深入了解空间碎片这一复杂问题作出了实质性贡献。

应该指出的是，虽然这些活动无一针对携带核动力源的空间物体，但由此可以普遍减少碰撞风险，这对于携带核动力源的空间物体尤为有利。由此可见，这些活动将对减少物体与核动力源的碰撞风险产生积极影响。

三. 国际组织提交的答复

国际空间安全促进协会

[原件：英文]

[2016 年 10 月 23 日]

导言

国际空间安全促进协会是一家非营利组织，致力于促进空间系统安全领域的国际合作与科学进步。2004 年，国际空间安全促进协会加盟国际宇宙航行联合会；2010 年，该协会获得了和平利用外层空间委员会观察员地位。国际空间安全促进协会是全球第一个、也是唯一一个开展多种专门活动以促进就空间安全问题开展持续教育和培训的组织。它组织开办各种讲习班、研讨会、会议和实践课程。国际空间安全促进协会的会议每 18 个月召开一次，为评估空间安全和空间环境提供了不可多得的机会。

2016 年 5 月 18 日至 20 日，在美利坚合众国佛罗里达州墨尔本召开了国际空间安全促进协会第八次会议。在这次会议上安排了一次专题小组会议，分析空间活动的后来者给空间环境造成的影响。来自全球各地多个国家的三十名专家参加了讨论，探讨了立方体小卫星、芯片卫星和小型卫星星座对于空间环境的影响等问题。之所以选择这个主题，是由于近年来在空间机构、主要卫星运营商和相关行业等传统框架之外涌现出一些新的空间项目。由后来者（新兴航天国家、新兴制造商和新兴运营商）主导的立方体小卫星项目就属于这种情况。包含数百颗低地轨道卫星的大型星座项目也属于这种情况，并将由实力强大的新兴联营集团运营。

后来者、立方体小卫星、芯片卫星和小型卫星星座对于空间碎片风险的影响

后来者、立方体小卫星和大型星座的到来引发了三个重要问题：

(a) 将严重影响到低地轨道上的在轨物体数量。这种快速发展将增加碰撞风险，因而需要在空间监视领域开展更多工作。

(b) 很多纳米卫星不具备机动能力，可靠性差，作为附带物进入了为主要有效载荷而优化的轨道。

(c) 正在出现的后来者（国家、制造商和运营商）继续部署不可靠的第一代系统。大多数新兴航天国家尚未建立起规范空间作业的法律框架，某些新兴运营商对于联合国相关准则的了解有限。

第一个问题涉及到绕地轨道空间物体数量的变迁。新的项目包含大量卫星。例如，2015 年发射了超过 120 颗立方体小卫星；大型星座项目则会向低地轨道发射数百颗卫星。此外还必须考虑到将这些卫星送入空间所需的发射器的上级装置。此外，

为确保服务不间断，还需要定期发射更多卫星来替换失灵或到期失效的卫星。假如小型卫星的轨迹距离地球 650 公里，这种情况就会出问题。在第一次研讨会上，与会者讨论的重点是低地轨道空间物体的数量问题：10 年后，这里将出现多少颗卫星？2020 年预计将发射多少颗立方体小卫星？是否应考虑立方体小卫星的商业用途？

假如卫星不具备任何机动能力，那么空间物体数量的增加可能会提高其他空间用户的碰撞风险。《和平利用外层空间委员会空间碎片减缓准则》的准则 3 规定：“如果现有的轨道数据表明可能会发生碰撞，则应考虑调整发射时间或者进行在轨避撞机动。”但遗憾的是，大多数立方体小卫星和部分微型卫星没有配备推进器，或是配备了电子推进系统，但机动能力极为有限，部分卫星可能无法实现防碰撞规避操作。有半数在轨物体不遵守相关准则，对于这种情况能否听之任之？由于物体的体积较小，发生碰撞的几率偏低，后果也不会太严重，但必须调整用来模拟碰撞场景的数学模型，将这些具体特点考虑在内。显然还需要进一步研究。

最后，利用空间监视系统很难追踪和确定立方体小卫星。有可能与在临近轨道上运行的卫星弄混，一旦在地面或空间造成损害，这种情况将增添法律上的难度。同样，凡发射空间物体的国家应一律适用《关于登记射入外层空间物体的公约》，任何类型的空间物体均不得例外。

第二个问题涉及到小型卫星的技术特点。例如，要符合“25 年期限规则”，距地面高度 650 公里的卫星必须在使用寿命结束时执行机动操作。鉴于最新空间系统的可靠性，低地轨道物体遵守这项规则的比例还不到 60%。由此可见，小型卫星的可靠性是导致准则落实不力的另一个重要因素：小型卫星在设计上尽可能简化，目的是尽量降低成本。这可能导致卫星的功能数量和整体可靠性被压缩，由此带来的风险是卫星失灵，变得无法控制，因而被弃置在太空。可靠性的降低还可能影响到低地轨道物体数量的长期稳定性。模拟物体数量长期发展变化情况的数学模型考虑到了每年发射升空的卫星数量和处理操作成功率等考虑因素。专家预测外空物体数量将增加。今天看来，这种想法过于乐观了。一方面，在轨物体数量将激增：例如，OneWeb 公司计划发射 900 颗卫星进入距地 1,200 公里轨道；而另一方面，由于小型卫星的可靠性降低，使用寿命终止规则的遵守比例将下降。

最后，第三个问题是遵守关于空间碎片问题的国际建议或规则，即，《和平利用外层空间委员会空间碎片减缓准则》、《机构间空间碎片协调委员会空间碎片减缓准则》、国际标准化组织空间碎片减缓要求、以及一些国家的相关法律。“25 年期限规则”就是一例，这项规则规定空间物体进入低地轨道执行任务的期限为 25 年。但实际上，很多小型卫星不具备机动能力，在使用寿命结束时无法变更轨道。对于这些不具备机动能力的卫星，应要求其只能进入低地轨道，且条件是在 25 年内自动返回大气层。但遗憾的是，由于小型卫星通常是作为附带物发射升空的，通常不会为小型卫星选择轨道；轨道是由作为主要有效荷载的体积更大、成本更高的卫星来决定的。发射火箭至多将小型卫星带到距地 650 公里的高度，不会更高了。

由此出现的问题是，如何落实国际建议。由于小型卫星（立方体小卫星和芯片卫星）的成本低，新兴运营商能够获得很多小型卫星，例如大学实验项目。这些运

营商或许还不了解国际社会已然商定了相关准则。此外，并非所有国家都建立了法律制度来执行这些准则。如何确保新兴国家根据多部条约的规定，监测本国运营商的活动？办法之一是要求发射运营商对照准则进行核查；这种做法的优势在于，发射运营商比较出名，数量少，且在国家掌控之内。但这种做法必须获得所有运营商的认可，以避免出现竞争扭曲。另一种办法是创建类似于国际民用航空组织的新的国际组织，强制实行这些规则，以维护所有商业运营商的利益。

总的说来，立方体小卫星等低成本小型卫星的发展催生了新的项目和新的运营商。国际空间安全促进协会在 2016 年 5 月举办的小组会议分析了这些小型卫星引发的一些重要后果：

- (a) 有源卫星的碰撞风险和空间监视系统的工作量在短期内增加；
- (b) 由于在设计上过于简化，部分小型卫星无法执行防碰撞规避操作以及使用寿命结束时的机动操作；
- (c) 后来者对《空间碎片准则》认识不足，新兴航天国家没有建立起本国的监管框架；
- (d) 低地轨道空间物体的数量有可能长期急剧增加。

航天新一代咨询理事会

[原件：英文]

[2016 年 10 月 17 日]

导言

空间碎片是外层空间可持续性讨论的核心问题。由于小型卫星数量增多，目前还不清楚现行政策是否足以减轻空间碎片造成的风险。随着长期任务备受关注，携载核动力源发射升空的航天器数量也在增加。核动力航天器与空间碎片发生碰撞，可能导致地球或空间环境受到核污染，其后果极为可怕。这种可能性要求我们执行新的政策来维护航天器的安全，同时应提高对外层空间可持续发展所面临的种种威胁的认识。

空间碎片问题

自 1957 年发射了第一颗卫星以来，地球轨道变得越来越拥挤。很多国家及商业企业发射航天器进入绕地轨道运行，而且很多航天器目前依然在轨。在空间漂浮物体当中，估计约有 6% 仍在运行，将近 60% 的空间物体是爆炸和碰撞产生的碎片。超过 20,000 块网球大小或更大一些的空间碎片在绕地轨道上运行，其速度高达每小时 17,500 英里。这些失控的碎片和其他碎片（例如被弃置的火箭和退役的卫星）可能会相互碰撞，产生更多的碎片，这种循环往复的过程通常被称为“凯斯勒症候群”，

随着时间的推移，这将导致轨道上的碎片数量成倍增加，给在轨运行物体造成的风险也不断增加。除数量问题之外，一些碎片有足够的力量冲破卫星坚硬的外壁，摧毁卫星。不仅如此，国际空间站记录下来的碰撞次数以及空间站为避开碎片而进行机动操作的次数也表明了这些物体给空间作业造成的实际影响。

低地轨道的碎片场目前很不稳定。模拟实验表明，即便是今后不再发射任何卫星，碎片场仍将缓慢扩展。假如继续保持目前的发射数量，而且不采取任何减缓措施，在轨碎片数量将成倍增加。中国在 2007 年进行拦截卫星实验以及铱星 33 号和宇宙-2251 号在 2009 年发生碰撞而产生的碎片是导致空间碎片数量激增的主要因素。研究发现，在追踪监测的碎片当中，有 60% 是空间爆炸和碰撞的产物，其中大多数与美国及苏联在低地轨道上开展的活动有关。平均每年大约发射 120 至 150 颗卫星，外层空间的碎片也因此每年会增加 300 至 500 片。进入轨道的小型卫星数量增加以及一些商业实体构想的小型卫星星座计划清楚地表明，这些碎片数量还将进一步增加。

在不同高度，发生碰撞的可能性也不一样。主要碰撞风险存在于距地 500 至 1,200 公里以及距地 1,400 至 1,600 公里的轨道上。这些轨道主要用来开展科学实验或地球观测。

机构间空间碎片协调委员会制定了一系列准则，其中包括“25 年期限规则”，这些准则目前已经得到众多利益攸关方的遵守。此外，一些国家还根据这些准则，制定了本国的空间碎片减缓标准。关于“25 年期限规则”是否属于适当的解决方案，近年来的研究尚未形成定论，由此可见有必要根据这一领域近年来的发展修订上述准则。

一些国家在采纳《机构间空间碎片协调委员会准则》的同时，采取了如下具体行动：

- (a) 改进运载工具和航天器的设计；
- (b) 卫星脱离轨道；
- (c) 为减缓空间碎片开发具体的软件和模型。

为清理空间碎片，人们提出了多种方法；空间领域正在行动起来，努力解决这个问题。为维护更加稳定的空间碎片环境，目前正在研究在轨服务、主动清除碎片和被动脱轨能力。

空间中的核动力源

核动力技术的初步发展促使工程师将这种新技术引入飞机、远洋船舶等多个不同部门，空间领域也不例外。美国和苏联都试图将核反应堆发射进入太空：美国发射了 SNAP-10A 号太空核反应堆，苏联也启动了雷达海洋侦察卫星（RORSAT）方案。由此导致了多起灾难，其中包括：

(a) 发射失败，反应堆坠入日本以北的太平洋（1973 年 4 月 25 日）；

(b) 由于助推系统失灵，宇宙-954 号卫星在加拿大上空坠入大气层，给加拿大西北部 124,000 平方公里造成辐射污染。

雷达海洋侦察卫星方案的设计初衷是将核反应堆的堆芯发射进入轨道，部分堆芯至今仍留在太空，正在衰败过程中。由于这些方案导致灾难，各国终止了地球轨道上的核活动。

传统裂变反应堆不再用于太空任务。“好奇号”探测器等探索类任务如今采用的是放射性同位素热电式发电机（RTG）。这些系统仅仅依靠放射性样本衰变产生的热能作为能源，与传统反应堆相比，在设计上简化了很多，而且也更加安全。但是，假如燃料箱发生泄露，依然会有污染风险。

人们对于在航天器上使用放射性同位素热电式发电机的主要顾虑是，一旦发射失败或在地球轨道上运行时出现失误，就会导致污染。对此前的任务进行风险评估，结果发现发生灾难的风险在任务的不同阶段而有所不同，卡西尼—惠更斯飞行任务的风险概率高达十分之一。由于以往的任务失败导致发生污染，例如 1964 年美国 Transit-5BN-3 号导航卫星发射失败以及 1969 年苏联 Lunokhod 号月球车发射失败，人们要求放射性同位素热电式发电机在返回大气层时保持完好无损，由此可以减少污染风险。此后的任务失败造成的影响也因此得以减轻，其中包括苏联火星 96 号探测器和阿波罗 13 号登月探测器，这些事故均未留下污染记录。尽管人们作出了种种努力，但所有航天器（包括装备放射性同位素热电式发电机的航天器）仍有可能发生碰撞。假如放射性同位素热电式发电机的燃料箱因碰撞受损，将不可避免地发生污染。

各国目前正在考虑落实《外层空间核动力源应用安全框架》。这部《安全框架》将有助于各国在双边或多边基础上开展涉及核动力源的任务。机构间空间碎片协调委员会准则的制定是良好的第一步，但还需要落实执行措施，以便这些准则能够充分惠及各方。例如，需要确定发射审批程序。

需要树立全球视野

和平利用外层空间，特别是空间轨道，对于在二十一世纪为全球居民提供通信服务至关重要，对于促进治理机制以应对多种全球问题而言同样必不可少，例如：利用卫星图像监测气候变化和发布自然灾害预警；为社区提供互联网接入服务，从而支持地方发展；为信息技术行业的发展提供必要的基础设施。由此可见，空间碎片减缓对于确保社会进步和全球发展具有至关重要的意义。但是，关于外层空间的现行治理机制却相对落后。

包括国际组织、国家和非政府组织在内的主要国际行动方正在着手制定具体措施，争取实现可持续发展目标，由于没有明确提及空间可持续性，这为可持续发展

目标框架外的空间可持续性举措创造了机会。相关利益攸关方可以考虑采取如下步骤，肯定空间可持续性的重要性以及空间碎片减缓的意义和潜力：

(a) 发起讨论，将轨道作为有限资源和全球资源；

(b) 肯定空间碎片减缓可以改善空间资产的运行情况，从而对于推动长期可持续发展具有相关性和重要性，特别是对携带核动力源的空间物体而言。

结论

空间物体运行如今面临的最大挑战是避免碰撞。要解决空间碎片问题，必然需要所有利益攸关方共同采取行动。在这个问题上，《机构间空间碎片协调委员会准则》为各方提供了出发点。采取进一步行动来应对空间碎片数量不断增多的问题，是唯一可行的长期解决办法。由于在低地轨道发生碰撞的风险高，核动力源应仅限于用在星际探索任务上。这些任务应考虑和平利用外层空间委员会以及国际原子能机构规定的安全准则以及行星保护准则，确保任务安全进行并符合伦理原则。

航天新一代咨询理事会的“空间安全和可持续性”项目提出了如下建议：

(a) 指定一家国际机构负责审批核动力航天器的发射，争取落实《外层空间核动力源应用安全框架》；

(b) 执行《空间碎片减缓准则》；

(c) 由和平利用外层空间委员会监测上述准则并定期报告其落实情况；

(d) 每五年修订一次《准则》以便与技术发展保持同步；

(e) 认识到轨道和外层空间是全球共同资产，将空间可持续性纳入全球发展议程，特别是在实现《可持续发展目标》方面。

航天新一代咨询理事会支持联合国空间应用方案的情况

航天新一代咨询理事会在国际、国家和地方层面开展工作，致力于将大学生和空间部门的青年专业人员联系起来，以期通过创新方式思考国际空间政策问题，将年轻一代的观点纳入国际空间政策。创建航天新一代咨询理事会是作为第三次联合国探索及和平利用外层空间会议（第三次外空会议）的一项成果而创建的，它同联合国特别是同和平利用外层空间委员会的合作对于完成其任务至关重要。航天新一代咨询理事会定期向外空委及其代表提供咨询意见，传达外空委成员的意见，宣传其项目成果。航天新一代咨询理事会参与了与空间问题有关的多个联合国行动小组及工作组的工作，并且参与了联合国空间应用方案。除航天新一代咨询理事会之外，没有其他任何一家专注于青年人的空间组织在委员会享有常驻观察员地位并积极参与联合国的工作，理事会为此倍感自豪。航天新一代咨询理事会从 2001 年开始

在外空委享有常驻观察员地位，而且从 2003 年开始获得经济及社会理事会的咨商地位。

航天新一代咨询理事会空间安全和可持续性项目组的情况

设立航天新一代咨询理事会空间安全和可持续性项目组的目的是鼓励学生和青年专业人员积极参与关于空间安全和可持续性的辩论及活动。通过这个项目组，航天新一代咨询理事会创设了国际空间论坛，可以展现新一代空间领导人对于外层空间活动的安全与长期可持续性的看法。项目组今年开展了多个项目，重点是空间态势认知、空间气象和空间碎片等课题。
