



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

2020 年 2 月 3 日至 14 日，维也纳

临时议程*项目 8

空间碎片

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. 和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会在其第五十六届会议上商定，应继续邀请成员国和在委员会具有常设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缓减准则执行方式的研究（[A/AC.105/1202](#)，第 143 段）。因此，2019 年 7 月 15 日向成员国和具有常设观察员地位的国际组织发函，请其在 2019 年 10 月 21 日之前提交报告，以便向小组委员会第五十七届会议提供这些信息。

2. 本文件系由秘书处根据奥地利、丹麦、印度、印度尼西亚、意大利、巴基斯坦和斯洛伐克这七个成员国以及国际标准化组织和国际空间大学提交的资料编写。国际标准化组织提供的更多资料，包括与空间碎片有关的图表，将作为小组委员会第五十七届会议的会议室文件予以提供。

* A/AC.105/C.1/L.383。



二. 成员国提交的答复

奥地利

[原文：英文]

[2019 年 10 月 18 日]

设在奥地利格拉茨的卫星激光测距台站除了跟踪 150 多个合作目标（配备激光回射器）以外，也越来越重视空间碎片激光测距。

单光子探测、对准和参考工具

在格拉茨研发的单光子探测、对准和参考工具可用作一个能够安装在外置望远镜上的微型可移动卫星激光测距台站。它由一个传输组件（安装在望远镜上的、参数为 15 微焦耳/1 纳秒/2 千赫兹的激光器和光学器）和一套探测组件（笔记本电脑、基于现场可编程门阵列的控制装置、里加事件计时器、全球导航卫星系统（导航卫星系统）设备和气象仪器）组成。这套装置的主要优点是此系统不使用任何库德光路，所以减少了对准所需的工作量。奥地利阿斯特罗系统公司所拥有的设在奥地利桑德尔的一架 70 厘米天文望远镜成功测试了这一单光子探测、对准和参考工具系统。总共用了两个观测夜晚，跟踪了 17 个不同的目标，最大回波率从近地轨道卫星的超过 30%到北斗卫星 Compass-I5 的 0.2%不等。格拉茨卫星激光测距台站最近应用了这一创新办法，使用直接安装在格拉茨所设望远镜上的紧凑型大功率空间碎片激光器，成功地对若干空间碎片目标进行了测距。

多静态试验

多静态试验是使用复杂的测量法对空间碎片进行激光测距，至少有三个台站参与测量到同一空间碎片目标的距离。格拉茨卫星激光测距台站使用绿色的大功率（20 瓦/频率 100 赫兹）空间碎片激光发射光子。与此同时，德国的 Wettzell 卫星激光测距台站使用其红外线空间碎片激光向同一空间碎片目标发射光子。光子在空间碎片目标表面进行漫反射后，散布整个欧洲。格拉茨台站和 Wettzell 台站探测到格拉茨台站发射的绿色光子。与此同时，设在格拉茨、Wettzell 和斯图加特的各台站探测 Wettzell 台站发射的红外光子。数据分析表明，相较于相同数量的台站以单一静态模式运行，这种同步测量法大大提高了轨道预测的准确性。

凝视和追踪

“凝视和追踪”是指一种对没有可用的先验轨道信息的空间碎片目标进行追踪和测距的方法，通过光学方式确定指向这类目标的方向。其中用到一个装有标准的 50 毫米镜头的模拟天文相机，监测视场为 7°左右。相机系统安装在卫星激光测距望远镜背部，并与光轴大致对齐。该望远镜随后被移至任意位置“凝视”天空，可观察到星等高达 9 等的星体。在恒星背景下，使用板求解算法，测定相机中心的赤道指向，精确度达 15 弧秒左右。当受日光照亮的空间碎片物体穿过视场时，其赤道坐标和观测时间便被记录存储下来。根据指向信息生成一份轨道预测综合文件，

该文件被用于立即在同一路径内跟踪卫星。从第一次探测到卫星到成功跟踪，这个过程可在不到 2 分钟内完成。一旦建立跟踪，卫星激光测距系统便开始用大功率（20 瓦/100 赫兹）空间碎片激光“追踪”目标。利用此类“凝视和追踪”预测方法，成功地对若干合作目标和非合作目标（即未配有回射器）进行了空间碎片激光测距。

日间空间碎片观测

准确了解空间碎片物体的轨道信息对实施清除战略和做出再入预测而言至关重要。卫星激光测距可精确测定翻滚物体的距离和飞行姿态。但是由于基于双线要素的预测不准确，有必要目视识别空间碎片物体。目前，空间碎片激光测距限于在日落后和日出前几个小时内进行，此时物体被日光照亮，观测地点处于暗夜。现已开发了一种在白昼期间使空间碎片目标可见的方法，大大延长了可能的观测时间。对收集到的空间碎片物体图像进行分析，实时校正不准确的轨道预测。在视场中将目标对中后，启动标准激光测距搜索例行程序。

对大型再入末级同时进行空间碎片激光测距和光变曲线测量

长征三号乙运载火箭（北美航空航天防务指挥部目录编号 38253）箭体末级于 2017 年 8 月再入大气层。在再入之前一个月，通过使用单光子雪崩二极管记录了其光变曲线，同时通过空间碎片激光测距测量了距离。基于一个单一的末级圆柱体模型，计算了模拟光变曲线和卫星激光测距残差。将试验结果与模拟结果进行比较，可以得出关于火箭箭体旋转参数的结论。根据模拟结果，计算出旋转周期为 118 秒，并确定了可能性最大的旋转轴方向，即天文坐标为赤纬 69°，赤经 224°。

安装在天文望远镜上的空间碎片激光器

2015 年，格拉茨卫星激光测距台站提出了单光子探测、对准和参考工具方法，对一架天文望远镜进行改进，使其成为一个功能齐全卫星激光测距台站。在一架天文望远镜上直接安装了两个带有扩束器的紧凑型激光器（波长 532 纳米、能量 15 微焦耳@频率 2 千赫兹；和波长 1064 纳米、能量 30 微焦耳@频率 2 千赫兹）。此装置提供了一个很大的优势，即不必用到任何库德光路（库德光路指通过多面镜子将激光从实验室反射至望远镜）。除了成本更低之外，这一装置还使调整更加容易，而且指向更加精确。设有一个紧凑型控制设备，处理与两个探测器的交互，并处理事件计时、距离门生成、全球导航卫星系统参考时间和时钟以及气象数据。该系统已成功安装在若干卫星激光测距台站和多架天文望远镜上，也可用作参考工具。这一方法将被用于在位于西班牙特内里费岛的新欧洲航天局卫星激光测距台站所设望远镜上安装皮秒激光器。随着更加紧凑和强大的激光器不断研发问世，这一方法目前正应用于通过激光跟踪空间碎片。一种新的空间碎片激光器（532 纳米/80 毫焦耳或 1064 纳米/160 毫焦耳@200 赫兹）的激光头直接安装在格拉茨卫星激光测距站的望远镜上。冷却装置和电源安装在了望远镜的基座上，冷却液管和电源电缆贯穿望远镜的高度和方位轴。

丹麦

[原文：英文]
[2019 年 10 月 7 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（丹麦技术大学国家空间研究所）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来展示其效率和范围。

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开展一项系统性工作。

最后，丹麦方面计划利用美利坚合众国国家航空和航天局的朱诺号探测任务演示该方法，据以绘制大小在 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

丹麦国家空间研究所开展了下列工作：

- (a) 研究自然轨道衰变机制，开发、发射、操作和验证高度自主的目标探测、跟踪和会合，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理模块，该模块由任一航天器携带进入轨道，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。该模块独立于航天器运行。

所携带核动力源的安全及其与空间碎片碰撞相关问题

2018 年，丹麦没有在国家层面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。

印度

[原文：英文]

[2019 年 10 月 21 日]

印度空间研究组织一直就再入大气层预测、碎片化和碎裂建模与分析展开研究，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。印度开发了空间碎片环境统计分析和演变的模型和软件工具。印度空间研究组织还启动了有关主动清除碎片和航天器防护罩的初步研究。

多年来，印度空间研究组织已建立了避免碰撞分析能力，以保护其空间资产。当另一个空间物体接近运行中的卫星时，会对后者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，以便接受联合评估，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机构间空间碎片协调委员会的积极成员。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和平利用外层空间委员会《空间碎片缓减准则》和机构间空间碎片协调委员会相关准则的措施，以限制空间碎片的产生。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，所有在地球静止轨道上运行的印度空间研究组织的航天器都具备任务后处置能力。在任务寿命结束后，地球静止轨道上的卫星会被转轨至较高轨道，之后做钝化处理。印度空间研究组织已经制定了一套碎片缓减准则，预计不久将予以公布，并在印度空间研究组织的所有项目和方案中实施。

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。

2018 年印度空间研究组织总部设立了空间态势感知与管理局，以便确保印度空间研究组织和空间部各中心开展协作，并进行必要的政策干预，从而制定空间环境感知战略，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，该雷达于 2015 年投入使用，用于探测和跟踪近地轨道物体。此外，印度空间研究组织正在拉贾斯坦邦阿布山和喀拉拉邦 Ponmudi 架设光学望远镜，用于观测地球静止轨道上的物体，上述望远镜预计将于 2019 年底之前投入运行。

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的观测设施来加强和扩大现有的空间碎片观测能力。空间物体跟踪和分析网络项目已经得到印度政府批准，这是实现上述目标的第一步。已经提议在该项目下设立一个控制中心，对与空间碎片和空间环境有关的所有领域进行集中分析和研究并采取行动，预计将在三年内完工。

印度尼西亚

[原文：英文]

[2019 年 10 月 18 日]

根据空间活动相关法律，印度尼西亚国家航空航天研究所有义务对坠落在地球上，特别是坠落在印度尼西亚境内的人造空间物体开展监测和缓减工作。在这方面，印度尼西亚一直在进行空间碎片相关研究和观测，其中包括观察、建模和缓减。根据这项法律，印度尼西亚正在根据从 Space-Track 网站获取的数据开发一个在线监测系统，以缓减空间碎片坠落的影响。监测工作自动执行，提供撞击点可能位于印度尼西亚领土内的坠落人造物体的相关信息。

为了加强对空间碎片的监测，印度尼西亚国家航空航天研究所正在该国东部东努沙登加拉省建造一个新的观测设施。该设施于 2017 年开工建设，计划于 2021 年开始运行。该设施预计将推进印度尼西亚的空间碎片观测活动，还可用于与其他国家开展合作，推动观测和缓减空间碎片坠落对地球造成的影响。国家天文台将配备几架望远镜和光学望远镜。主望远镜将由印度尼西亚国家航空航天研究所和京都大学合作建造。京都大学将负责设计这一直径为 3.8 米的光学望远镜。作为国家天文台发展计划的一部分，印度尼西亚国家航空航天研究所人力资源代表参加了京都大学天文系的培训。

目前，印度尼西亚国家航空航天研究所正在支持国家减灾署针对有关多灾种早期预警系统的法律草案拟定风险评估。为此，印度尼西亚国家航空航天研究所为空间碎片决策支持系统提供投入。该系统也是为印度尼西亚国家航空航天研究所 2020-2024 年期间战略计划而开发。

意大利

[原文：英文]

[2019 年 10 月 21 日]

意大利在观测和研究空间碎片群和相关危害方面有着悠久的历史。2019 年，意大利科技界提供的技术专长促使该国得以在两方面并行推进活动：

- (a) 加入欧洲联盟空间监视和跟踪联盟，该联盟正在发展欧洲空间监视工作，如空间物体避免碰撞、再入大气层和在轨碎裂；
- (b) 协调国家和国际层面的研发举措。

该联盟通过成员国的资产和各类中心结合在一起开展常规业务活动。意大利航天局是加入该联盟的意大利国家实体，加入的还有意大利国防部和国家天体物理研究所。在这一框架内，意大利空间监视和跟踪活动中心，即意大利国家空间碎片活动中心，已被该联盟指定为再入大气层和在轨碎裂事项的名义参考中心。因此，该中心参与并协调了本年度发生的两次重大碎裂事件，即宇宙神 5 型一半人马座 R/B 运载火箭和 MICROSAT-R 号卫星分别于 2019 年 3 月 24 日和 27 日碎裂。需要特别指出的是，意大利 BIRALES 收发分置雷达系统在上述碎裂事件期间探测到若干碎片，充分验证了其作为专用监视雷达的性能，该雷达系统由位于意大利博洛尼亚附近的国家天体物理研究所“北十字”射电望远镜和位于撒丁岛并由国防部运行的多

频多普勒雷达组成。所获得的经验使意大利空间监视和跟踪运行中心能够确定需要在哪些领域改进工作质量。

意大利国家研究理事会应用物理学研究所协调下的欧洲联盟委员会地平线 2020 计划框架内的 ReDSHIFT（通过未来技术的整体集成实现航天器的革命性设计）项目于 2019 年发布了成果。该项目取得了极其成功的成果。测绘动态路线，确定近地空间特征，这促使在处置寿命期满的航天器时，能够全面鉴定离轨和再入大气层的备选方案。在使用新技术（例如 3D 打印）制造可持续航天器基础设施（为消亡而设计）方面开展了研究，以便尽量减小航天器再入的后果，并便利预测，从而增强地面安全。

2019 年 5 月 7 日至 10 日，意大利在该国航天局所在地主办了机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）第三十七届年度会议。随着全世界越来越重视空间碎片问题，并考虑到未来的空间交通管理条例，所有 13 个空间机构多年来首次全部派代表出席了会议。

100 多名与会者积极参与工作组关于前沿技术问题的讨论，例如制定空间可持续性排名系统、制定创新的中地球轨道处置战略、管理大型星座构成的危险以及确定可以执行主动清除碎片任务的潜在目标。

向各国和国际政府机构提供空间政策建议的空间碎片协委会空间碎片缓减准则 12 年来首次得到更新，此外人们认识到，需要设定一个快速批准周期来应对在空间交通管理方面日益增多的挑战。

巴基斯坦

[原文：英文]

[2019 年 10 月 28 日]

鉴于发射进入轨道的物体越来越多，并且这种做法带来了可预见和不可预见的风险，例如越来越大的碰撞和干扰外层空间物体运行的风险，巴基斯坦对外层空间活动的可持续性深感关切。这些问题在近地轨道层面更为突出。需要通过适当机制和行政措施，在国家层面实施和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会编写的《空间碎片缓减准则》。

巴基斯坦目前运营着四颗卫星。地球静止轨道上的通信卫星有着高效的轨道保持和控制机制。它们将在飞行任务结束时被转轨送入弃星轨道，而且巴基斯坦将采取必要的安全措施，避免产生空间碎片。另外两颗遥感卫星，即 PRSS-1 号和 PakTES-1A 号卫星正在近地轨道运行，巴基斯坦将会适当维持轨道参数、进行缓减碎片和避免碰撞机动操作。卫星离轨机动操作也会根据《空间碎片缓减准则》在其各自使用寿命结束时进行。巴基斯坦尚未在外层空间使用任何核动力源，今后也不计划使用。

当前正在进行与空间碎片有关的研究，特别是根据《空间碎片缓减准则》进行空间碎片分析和缓减措施的研究。经过八年的谈判，《外层空间活动长期可持续性准则》获得通过。巴基斯坦认为这是一项伟大的成就，并相信新设立的任期三年的准则事项工作组将实现其目标，并为未来的空间活动做出重大贡献。

在观测近地物体相关活动方面，于 2019 年 4 月启动了一个项目，安装了一台分辨率比现有望远镜高三倍（50 厘米口径相对于 15 厘米口径）的望远镜。除此之外，现有另外三台 15 厘米口径的望远镜架设在巴基斯坦 Sonmiani。该举措将有助于实现统一调度和自动控制，并将提高精确观测近地轨道、中地球轨道和地球静止轨道上较小（较暗）物体的能力。相关天文台与国际小行星预警网络联网，用于监测小行星并对其进行编目。巴基斯坦还加入了空间任务计划咨询小组（任务计划咨询组），并支持任务计划咨询组的工作计划，即通过编集材料和实施预防措施，针对近地物体的撞击威胁拟定国际对策。

巴基斯坦认为，空间是最后的边界，所有国家都应采取一切措施缓减空间碎片。这是所有航天国家共同的责任。但是，对主动清除或故意摧毁运行中或非运行中空间物体的标准和程序的深入讨论需要在联合国的主持下进行。这将保证措施的有效性，并确保所有利益攸关方均能接受。漂浮在外层空间中的许多轨道碎片是主要航天国家过往空间活动的结果。主要航天国家应承担道义责任，从技术和财政上协助欠发达航天国家确保缓减空间碎片。否则，新加入的国家将无法主张其对人类共同疆域的权利，这将有悖于大会决议。

巴基斯坦坚信需确保外层空间非军事化，并对部署先进军事技术和核动力源表示严重关切，这些技术和核动力源对外层空间活动的安全和长期可持续性构成威胁。巴基斯坦认为，需要审查深空飞行任务携带核动力源的情况，并应通过一项具有法律约束力的国际协定加以限制，仅许可那些绝对必需核动力源的飞行任务。巴基斯坦认为，有必要填补国际空间法方面的空白，以确保没有人威胁和平活动以及空间技术用于促进社会经济发展。在没有强有力的法律文书的情况下，其他国家可以相仿相效。巴基斯坦和俄罗斯联邦签署了一项关于“不首先在外层空间放置武器”的联合声明，这反映了我们共同承诺不在外层空间活动中威胁使用武力或使用武力。巴基斯坦鼓励其他负责任的航天国家效仿这一做法。

巴基斯坦一贯支持遵守安全范式，协助人类努力探索空间。巴基斯坦为保障参与空间事业各国的利益，寻求保护运行中的卫星不受空间碎片的影响。

斯洛伐克

[原文：英文]

[2019 年 10 月 21 日]

位于布拉迪斯拉发的康明尼斯大学数学、物理和信息学院开发并改进了其 0.7 米牛顿望远镜的硬件和软件，这是欧洲航天局（欧空局）欧洲合作国家计划下的一项活动。该系统专门用于空间碎片跟踪和研究。系统全面运行后还将支持欧空局、欧洲联盟和国际激光测距服务开展的空间碎片编目工作。

斯洛伐克研发用于空间碎片卫星激光测距跟踪支持、物体编目和研究的光学传感器

数学、物理和信息学院天文和天体物理学系通过欧空局的斯洛伐克合作计划方案，正在开发和改进其 0.7 米牛顿望远镜（AGO70）的硬件和软件。主要目标是开发一种空间碎片研究仪器和空间监视和跟踪传感器，能够观测从近地轨道到地球

同步轨道等所有轨道区域中的物体。当前欧空局计划下的活动是与斯洛伐克私营部门、伯尔尼大学天文研究所（瑞士）、奥地利科学院和格拉茨卫星激光测距台站（奥地利）合作开展的，主要侧重于开发 AGO70 望远镜光学无源传感器和卫星激光测距有源传感器之间的接口。

从光度测量中得出的空间碎片表观旋转特性的公共目录

自 2017 年以来，数学、物理和信息学学院一直在收集非活动物体的光度数据，这些物体包括高轨道上的航天器和末级。这些数据经过科学处理，可公开查阅。在 2019 年底之前，康明尼斯大学已经收集了有关逾 250 个单独物体的超过 300 条光变曲线。表观旋转周期和光变曲线振幅等已得出的信息可供更广泛的科学界进行进一步处理。

斯洛伐克全天空流星网络用于监测再入事件和通过光谱学表征碎片

数学、物理和信息学学院正在研究利用其自动流星轨道系统相机进行空间碎片再入测量和通过光谱学表征碎片物体的可能性。该系统用于流星自动探测、轨道测定和频谱获取。康明尼斯大学开发了并正在运行总共 14 台自动流星轨道系统相机，其中 5 台位于斯洛伐克，3 台位于加那利群岛（西班牙），3 台位于智利，3 台位于夏威夷（美利坚合众国）。该系统可以通过监测大气层中裂片的轨迹并对裂片进行频谱分析来支持再入事件建模。该系统能够观测镜面反射的光谱反射率，此信息可用于对近地轨道上的空间碎片进行表面表征。

三. 国际组织提交的答复

国际标准化组织

[原文：英文]

[2019 年 9 月 6 日]

国际标准化组织背景介绍

国际标准化组织成立于 72 年前，旨在推行国际贸易、通信和制造业相关标准。国际标准化组织是一个独立的非政府组织，成员来自 163 个国家的国家标准机构。这些机构为各自国家的标准制定工作提供便利并予以管理。这些国家机构与国际标准化组织合作，并在该组织内部相互协作，确定利益攸关方和主题事项专家，协调利益攸关方的投入，并接收有关新标准的请求。国际标准化组织是世界上最大的国际标准制定机构。

同样成立于 1947 年的国际标准化组织航空航天器技术委员会（ISO/TC 20）是该组织在国际标准化方面最多产的技术委员会之一。该技术委员会及其分技术委员会制定了 600 多项已公布的标准，从而在航空航天业中保持着重要的相关性。在该委员会内，制定空间标准的两个分技术委员会分别是空间数据和信息传输系统分技术委员会和空间系统和运行分技术委员会：

(a) 空间数据和信息传输系统分技术委员会制定国际空间数据信息标准。该分委会在功能上等同于空间数据系统咨询委员会，由全球 11 个空间机构组成。与空间活动的长期可持续性特别相关的是其航行工作组汇编的空间数据信息标准。该分委会航行工作组的标准可促成共享空间数据，例如轨道信息、接近参数、跟踪数据、姿态数据、再入数据和传感器指向参数。轨道数据信息标准是当前得到最广泛下载的空间数据和信息传输系统分技术委员会标准；

(b) 空间系统和运行分技术委员会制定能够体现空间系统和运行最佳做法的标准。该分委会七个工作组涉及的所有规则都与空间安全和空间活动的长期可持续性相关。

空间碎片研究

国际标准化组织大力依托其 100,000 名全球主题事项专家和诸多研究，从而支持拟定和改进该组织 22,000 项现行国际标准。国际标准化组织的主题事项专家包括来自机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）、研究机构、各国航天局、各国政府以及民用和商用航天行业的成员。

在 2002 年空间碎片协委会《空间碎片缓减准则》第一版发布后不久，国际标准化组织成立了一个工作组，任务是将空间碎片协委会、联合国、航天器运营商和监管机构出台的准则和最佳做法转化为一套全面的国际空间碎片缓减标准。

携载核动力源空间物体的安全和碰撞风险

在核能的一般安全性方面，国际标准化组织已经通过了 200 多项与核能有关的标准¹，其中一些可能有所帮助。

除了空间碎片缓减要求和准则（见下一节），空间系统和运行分技术委员会还制定了涉及风险和安全管理一般性专题的标准，包括 ISO 31000 风险管理标准；ISO 11231 空间系统—概率风险评估标准；以及 ISO 14620 空间系统—安全规格—第一部分：系统安全标准。

空间系统和运行分技术委员会还制定了关于零部件和材料安全标准（关于材料安全性和兼容性的 14624 系列标准和 ISO/TS 16697 标准；以及 22538 氧气安全性系列标准），该分委会目前还在制定有关空间交通管理的新标准（22639 空间系统—多地球静止轨道卫星配置的制定准则标准；和 24330 空间系统—会合和近距离作业标准）。

此外，空间系统和运行分技术委员会多名主题事项专家积极参与在空间机构、机构间空间碎片协调委员会和其他实体层面展开的安全性研究。

实施空间碎片缓减准则的方式

空间系统如今提供巨大的经济和社会利益，但我们必须小心保护地球周边的宝贵区域，以便造福子孙后代。面对在日新月异的空间业中涌现出来的相互竞争的需

¹ 见 www.iso.org/search.html?q=nuclear&hPP=10&idx=all_en&p=0。

求和确保空间环境可持续性的需求，轨道碎片缓减标准，例如国际标准化组织制定和发布的此类标准，力求在二者之间实现微妙的平衡。因此，随着我们不断深化利用空间，以及不断提高对空间碎片数量的了解，这些标准可能会持续演变。

自 2010 年以来，国际标准化组织航空航天器技术委员会空间系统和运行分技术委员会发布了很多有关空间碎片缓减的标准。这些标准已被一些国家用来指导各自的空间活动，目前为全球努力解决空间碎片问题作出了重要贡献。

根据业界的反馈，空间系统和运行分技术委员会目前正在努力将这些标准整合成一套更加扼要明晰的文件。下文列出的支持性实施标准规定了需采取哪些方法和手段以达到 ISO 24113 标准。

表格

标准和技术报告

国际标准化 组织标准序号	发布日期	标题
11227	2012	空间系统—评估超高速撞击航天器材料溅射物的试验程序
14200	2012	空间环境（自然和人造）—基于过程实施流星体和碎片环境模型的指南（轨道高度在地球静止轨道+2,000 千米以下）
16126	2014	空间系统—评估无人航天器抵御空间碎片和流星体撞击的生存能力，以确保成功进行任务后处置
16127	2014	空间系统—防止无人航天器碎裂
TR/16158	2013	空间系统—避免与在轨物体碰撞
16164	2015	空间系统—处置在近地轨道运行或穿越近地轨道的卫星
16699	2015	空间系统—处置运载火箭轨道级
TR/18146	2015	空间系统—航天器空间碎片缓减设计和操作手册
TR/20590	2017	空间系统—运载火箭轨道级空间碎片缓减设计和操作手册
23339	2010	空间系统—无人航天器—估算剩余可用推进剂质量
24113	2011	空间系统—空间碎片缓减要求
26872	2010	空间系统—处置在地球同步轨道高度运行的卫星
27852	2016	空间系统—轨道寿命估算
27875	2019	空间系统—无人航天器和运载火箭轨道级的再入风险管理

特别重要的一点是，ISO 24113 标准²刚刚于 2019 年进行了更新，纳入了对若干空间碎片缓减高级别要求的重大修改。越来越多的数据显示，近地轨道和地球静止卫星轨道保护区内的轨道碎片预计将会增多，面对这一情况，非常有必要进行上述更新。最值得注意的是，航天器或轨道级需超过特定阈值从而达到成功处置所需

² 请查阅 www.iso.org/standard/72383.html。

的概率，这一要求已变得更加迫切。长期碎片环境研究清楚表明，现在必须在飞行任务后阶段以非常高的成功机率处置空间物体。航天器制造商和运营商广泛采取此类措施将大大有助于缓减轨道碎片的增加。

国际空间大学

[原文：英文]

[2019 年 7 月 17 日]

以下是国际空间大学学生小组关于空间碎片专题的最新项目报告清单。每份报告均附有相应的图书馆条目链接，可点击查阅 PDF 格式的执行摘要和报告全文。

主动清除碎片和缓减

近年来，发射进入轨道的卫星数量在持续增加。如果近地轨道巨型星座等新概念在商业上取得成功，那么每年发射的卫星数量将会进一步增加。倘若不开展专门的缓减或补救活动，那么在不久的将来，航天器可能将无法在这些轨道上安全运行。该项目旨在以生态友好的方式清理地球轨道空间。这些目标是根据欧洲航天局的清洁空间倡议设定的。

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=10462

空间碎片

人造空间碎片已对地球的轨道环境造成了污染。本报告的目标是通过建议一种首选技术解决方案，并提议修订或新拟政治、法律和金融框架，从而提出一个应对这些问题的前进方向。本报告拟定了一份多年期路线图，其中总结了这些建议。

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=8414

空间交通管理

空间不再是 1957 年外空时代甫一开启时的洪荒宇宙。空间物体数量增多，轨道随之变得拥挤，这些物体既包括运行中的卫星，最重要的是也包括轨道空间碎片。此外，将碎片清除出轨道目前在技术上尚不可行。

本报告重点探讨空间交通规则，此类规则将降低碎片造成碰撞的概率，从而使空间活动能够继续更有效的增加，惠及所有行为体。本报告以国际宇航科学院《空间交通管理宇宙学研究报告》为出发点，讨论了其中几项关键建议。

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=311