联合国 A/AC.105/C.1/101

大 会

Distr.: General
9 December 2011
Chinese
Original: English

和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第四十九届会议
2012年2月6日至17日，维也纳
临时议程*项目8
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

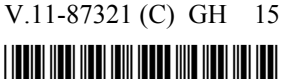
一. 导言

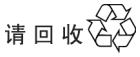
1. 大会在其第66/71号决议中承认，空间碎片是各国所关注的一个问题；认为会员国应当更多地注意包括携载核动力源空间物体在内的空间物体与空间碎片碰撞的问题以及空间碎片其他方面的问题；要求各国继续对这个问题进行研究，开发更好的空间碎片监测技术，汇编并且传播空间碎片数据；认为应当在可能范围内向和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会提供有关资料；并同意需要开展国际合作，以便扩大似宜和量力而行的战略，尽量减少空间碎片对未来空间任务的影响。

2. 科学和技术小组委员会第四十八届会议一致认为，应当在继续开展空间碎片研究，各会员国应当向所有利益相关方提供研究结果，包括介绍在尽可能减少空间碎片的产生方面已经证明行之有效的做法（A/AC.105/987，第88段）。在2011年8月9日的一份普通照会中，秘书长请各国政府在2011年10月31日之前提交关于对空间碎片、携载核动力源空间物体的安全以及这类空间物体与空间碎片碰撞问题的研究报告，以便能够将这类资料提交科学和技术小组委员会第四十九届会议。

* A/AC.105/C.1/L.310。

V.11-87321 (C) GH 151211 191211





3. 本文件由秘书处根据日本、瑞士、土耳其和大不列颠及北爱尔兰联合王国这四个会员国以及亚太空间合作组织与世界安全基金会这两个国际组织所提供的资料编写。日本提供的资料的标题为“日本空间碎片相关活动情况报告”，其中列有与空间碎片有关的图片和数字，该报告只有英文本，将张贴在秘书处外层空间事务厅的网站（www.unoosa.org）上并将作为科学和技术小组委员会第四十九届会议的会议室文件。

二. 从会员国收到的答复

日本

[原件：英文]
[2011 年 10 月 31 日]

概况

日本空间碎片相关研究主要由日本宇宙航空研究开发机构（宇宙航空机构）进行，重点在下文所述领域。宇宙航空机构关于碎片问题的主要目标是：

(a) 防止与碎片碰撞对航天器造成损害并确保飞行任务的运行；

(b) 防止航天器和运载火箭运行过程中生成碎片，包括从有用轨道区清除任务终结的空间系统，并确保地面安全免遭移离轨道坠落地面的空间系统的危害；

(c) 促进旨在通过将现有大型碎片移离轨道而改善轨道环境的研究。

宇宙航空机构空间碎片战略计划确定了以下研究和开发领域：

(a) 观测和建模：

㈠ 在地球同步轨道观测物体的技术（10 厘米的类型）；

㈡ 对低地球轨道上的物体的光学观测；

㈢ 探测小于一毫米的碎片的灰层探测器；

㈣ 预测未来集群的传播模型；

(b) 保护：

进行超高速撞击试验和分析以便估计微型碎片撞击所造成的损害并开发屏蔽方法；

(c) 重返：

㈠ 对在重返时终了的推进剂箱的研究和开发；

㈡ 改进重返分析工具；

(d) 整治：

使用电动力绳系的主动式碎片清除系统；

(e) 其他措施：

无熔渣固体发动机推进剂。

下文介绍了一些研究与开发项目和相关工作的状况。

碎片减缓要求及其遵守情况

宇宙航空机构空间碎片减缓标准要求或建议如下：

(a) 避免释放与飞行任务有关的物体；

(b) 防止在轨分离；

(c) 调整任务终止的地球同步卫星的轨道，使其脱离地球同步轨道保护区；

(d) 移离穿越低地球轨道保护区的任务终止的航天器；

(e) 防止与大型碎片碰撞；

(f) 防止因与小型碎片碰撞而受损。

2011 年 2 月，对该标准作了修订，以便向国际标准化组织（标准化组织）空间碎片减缓要求（标准化组织 24113）保持一致。所作重大修改产生了以下要求：

(a) 烟火装置不应生成大于 1 毫米的燃烧生成物；

(b) 地球同步轨道卫星在调整轨道后的偏心不应小于 0.003；

(c) 在操作期间的分离可能性应当小于 0.001；

(d) 转轨操作获得有条件成功的可能性应当大于 0.9；

(e) 在运行终止后穿越低地球轨道（低于 2,000 公里）的物体的在轨寿命应当短于 25 年。

在每个设计阶段结束时进行的安全审查对各项目遵行这些要求的情况进行了审查。

关于地球同步轨道和低地球轨道空间碎片观测技术的研究

宇宙航空机构创新技术研究中心正在开发关于探测地球同步轨道上未编入目录的碎片并确定其轨道的各种技术。自从 2000 年以来一直在开发迭代法，即使用多个电荷耦合元件图像探测使用单个电荷耦合元件图像探测不到的非常暗淡的物体。迭代法的唯一弱点是分析移动情况不为人知的看不见物体的数据时所需的时间，因为必须假定并核对各种可能的路径。为减少迭代法分析所需时间，正在开发一个现场可编程门阵列系统。今年，宇宙航空机构在笠山光学观测所安装了该系统，以便对地球同步轨道进行碎片观测。

宇宙航空机构还正在试图为低地球轨道碎片开发一个光学观测系统。通过使用广视野光学仪器以及大型高速多个电荷耦合元件照相机便可探测小型低地球轨道碎片并确定其轨道。

开发现场微型碎片测量系统

宇宙航空机构一直在开发微型碎片测量系统。该系统的目的是，测量小型碎片（在 100 毫米至几厘米之间）。对小型碎片的分布和通量密度的了解并不透彻。从地面很难对微型碎片进行观测，但无法忽视撞击风险。对于测量系统，宇宙航空机构正在对光学传感器和灰尘探测器的结合进行研究。现场测量有益于：(a)核实流星与碎片环境模型，(b)核实流星和碎片环境演变模型及(c)实时探测意外事件，例如在轨道上的爆炸与撞击事件。目前，正在对现场光学观测系统进行概念研究，灰尘传感器已经进入实验模型示范阶段。灰尘传感器，尤其是用于监测大小从 100 微米到几毫米的灰尘，必须有一个不小的探测区，而空间环境在部署方面的限制就要求这些系统的质量和功率均不高，并且稳固可靠，而且在遥测方面的要求也不高。宇宙航空机构正在开发一个简便的现场感应器，以便探测从几百微米到几毫米的灰尘微粒。在非传导性材料薄膜（12.5 微米，聚酰亚胺）上形成了细距为 100 米的多个细薄的传导带（铜质），在一个或多个传导带因撞击孔而断裂时，可以探测到灰尘微粒的撞击。传感器易于生产和使用，由于基本上为数字系统，因而几乎不需要作任何校准。实验模型样品是使用印刷电路板产品技术而成功制造的，样品的传感器面积为 35 厘米 x 35 厘米，对样品进行了热应变实验和超高速撞击实验。

碎片建模和分析工具

对于同九州大学合作开发的轨道碎片演变模型进行了更新。根据为调查低地球轨道碎片环境稳定性所作研究而确定的某些假设，由该模型所预测的低地球轨道物体实际数目载于日本提交的原始文件，该文件可在秘书处外层空间事务厅网站（www.unoosa.org）上找到。该文件显示，即便共同采用的减缓措施实施顺利，预计在今后 200 年内，低地球轨道碎片集群仍将增加，而这与其他机构的工作成果是吻合的。也对称作 Turandot 的碎片撞击风险分析工具作了更新，并将其用于评价宇宙航空机构的项目上。

对撞击损害的调查

历来对碎片撞击损害的调查都是为了让载人系统确认大小为几毫米的碎片的撞击。然而，由于即便碎片小于一毫米的一般卫星通常也会受到损害，因此需要有更多的数据。对于卫星碎片撞击所造成的损害，将通过超高速撞击实验加以调查，然后得出关于损害极限的方程式。由于撞击实验很难涵盖每秒高于 10 公里的速度，因此为核实由每秒 10 公里或更高速度而造成的影响，必须进行多次模拟。为了把实验和多次模拟的数据纳入卫星设计，2009 年公布了空间碎片保护设计手册并对该手册进行了更新。此外，宇宙航空机构正在制定微型碎

片撞击风险评估标准。

第二级的 H-IIB 号运载飞船的控制下重返

开发 H-IIB 号运载飞船的目的是，把 H-II 号运载飞船发射至国际空间站，并满足各种客户对重型发射的需求。对其第二次飞行，宇宙航空机构与三菱重工有限公司给第二级 H-IIB 号运载飞船增添了一个执行控制下重返的新功能。

设计变动包括：

(a) 给液氢箱再增压的一个新氨气瓶；

(b) 向若干部件提供热保护，以便能够承受较长弹道飞行阶段所产生的热效；

(c) 修改航空电子系统以便接收地面台站发射的脱轨指令；

(d) 在脱轨燃烧期间由制导控制发送发动机关闭指令的新算法；它还将实时优化燃烧持续期限以便最大限度地减少撞击足迹。

2011 年 1 月 22 日进行了 H-IIB 号运载飞船的第二次飞行。该飞行与飞行前模拟十分一致，并且成功地将 HTV 号运载飞船送入其计划中轨道。在有效载荷分离之后，该级飞船再次绕地球一周，按计划进行了脱轨机动操作。LE-5B-2 号发动机的低推力燃烧性能接近于飞行前的预测价值。事件时间轴与预测分析十分一致。

所获取的所有飞行数据随后显示，第二级 H-IIB 号运载飞船的控制下重返按计划进行。

可轻易让渡的推进剂贮箱的研究与开发

推进剂贮箱通常由钛合金构成，这种材料之所以更好，是因为其重量轻，并且在化学成份上与推进剂十分兼容。但是其熔点很高，以至于在重返期间推进剂贮箱无法让渡，这是造成地面意外事故的主要风险之一。为预防这种危害的发生，宇宙航空机构正在进行在重返时使用让渡贮箱替代钛贮箱的研究。已经确定了目标明确的规格，其中包括：质量、体积、最大预期作业压力、推进剂排驱效率以及推进剂储存寿命。正在计划进行关于同肼类推进剂的兼容试验以及电弧加热试验。

轨道环境的整治

空间碎片的数量在增加，许多演变模型预测，由于既有物体之间的碰撞，即便停止发射新的卫星，碎片数量还会增加。在这种情况下，预防爆炸和飞行任务终了时的脱轨等碎片减缓措施也就不够了，为保护空间环境而需要主动清除碎片。因此，宇宙航空机构正在研究能够与拥挤轨道上的非合作碎片物体会合并捕捉这些物体以便使其脱轨的主动清除系统。常规推进系统对推进剂的要

求造成无法将其用于转移多个物体，而电动绳系被视为在使低地球轨道上碎片脱轨的最有希望的推进系统之一。作为实现主动清除碎片的第一个步骤，正在研究进行一次飞行展示，使用一颗小型卫星展示某些关键技术，例如非合作目标交会和电动绳系。

瑞士

[原件：英文]
[2011 年 10 月 27 日]

由于报废卫星的爆炸及其碰撞，近年来空间碎片的集群急剧增加。在低地球轨道，这种情况尤为严重。长期预测显示，如果根本不采取任何措施，就会产生称作凯斯勒症侯群的自馈式碰撞连带效应。

一些科学团体声称，为了让情况稳定下来，每年必须从关键轨道上清除 5 至 15 个大型物体，根据这些团体所提建议，瑞士洛桑联邦理工学院的空间中心于 2010 年开始了一项称作 Clean-mE 的活动。该项活动力求把既有技术与新的研究成果结合起来，展示一种能够在低地球轨道收集和清除轨道碎片的系统。Clean-mE 项目从对小型卫星的构想设计和系统研究着手，目标是清除 1 至 10 个大于 10 厘米的轨道碎片。在研究期间，确定了既有技术和所需的新技术。与主要的国际空间机构进行了接洽。拟定了指导技术发展的系统要求初步文本。这些技术发展以洛桑联邦理工学院的专门知识为依托，侧重于自主式机器人和视觉系统的方面。该空间中心集中飞行任务和系统工程方面的专业人才，创设了一个完备的地面演示器（硬件和软件），以后可作为飞行演示的基础。洛桑联邦理工学院空间中心承认，需要在这项活动方面展开国际合作，希望通过国际一级的协同方案继续其开发工作。

鉴于上文所述的严重情况，对空间碎片加以准确观测和监测也至关重要。伯尔尼大学天文学研究所继续使用其 1 米长的望远镜 ZimLAT 以及伯尔尼附近的齐美尔瓦尔德天文台小型程控望远镜 ZimSMART 对高纬度小型碎片环境进行监测。伯尔尼大学天文学研究所与欧洲空间局和莫斯科克尔德什应用数学研究所合作，保留关于地球静止轨道和高椭圆轨道高卫星面质比碎片的独一目录。最近的研究侧重于确定这类物体的物理特性，以便对其性质和来源加以评估。2010 年进行了寻找导航卫星星座区小型碎片的研究。该研究是在轨道区进行的首次这类研究。研究结果表明，现行导航卫星星座并没有较大物体分离的迹象。

土耳其

[原件：英文]
[2011 年 11 月 10 日]

空间技术研究所（TÜBITAK UZAY）参加了由欧盟委员会资助的称作“预测、防范和减少轨道碰撞威胁”（P^2-ROTECT）的项目，该项目力求评估与空间碎片有关的（可追踪和不可追踪）威胁，并就降低未来空间飞行任务在轨碰撞脆弱性的可能解决办法（就碎片环境加强预测、防范或采取行动）提出建议

（见 www.p2rotect-fp7.eu/index.html）。该项目从 2011 年 3 月开始，将持续 30 个月。

大不列颠及北爱尔兰联合王国

[原件：英文]
[2011 年 11 月 15 日]

导言

大不列颠及北爱尔兰联合王国继续通过参加机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）和国际标准化组织（标准化组织）轨道碎片协调工作组之类重要国际论坛而在处理空间碎片问题方面发挥积极作用。在空间碎片协委会方面，联合王国协助展开技术研究和讨论，力求更好地了解不断变化的空间碎片集群及其防护方法。这项工作对于就未来空间碎片减缓准则达成国际共识至关重要。从 2011 年 4 月 11 日至 14 日，联合王国航天局的代表参加了由德国航天中心主办在德国柏林举行的空间碎片协委会第二十九次会议。轨道碎片协调工作组负责监督制定一套与空间碎片协委会准则相一致的标准化组织空间碎片减缓标准，联合王国对其工作作出了贡献，给工作组提供了技术专业知识并参加了其领导工作。

作为其在履行联合国外层空间各项条约规定的义务上所作承诺的一部分，联合王国对于本国卫星的发射及其在外层空间的运行实施许可证制度。2011 年 4 月，新成立的联合王国航天局正式代行负责发放许可证。如同英国国家航天中心担任正式许可证发放机构时的情形那样，只有在对申请进行技术评价之后方可发放许可证。航天器和运载工具是否符合联合国碎片减缓准则和标准，是决定发放许可证的一项重要考虑。

下文更加详细地介绍了这些活动及联合王国的其他碎片减缓活动。

空间碎片观测

联合王国继续参加空间碎片协委会为预测空间物体重返地球大气层而开展的各项活动。今年活动的目标是美国国家航空航天局高层大气研究卫星以及德国航天中心的伦琴卫星。联合王国在这项活动上的技术牵头机构是 Space Insight 有限公司，该公司就一系列与空间状况感知有关的活动向联合王国航天局提供支持。这种业务上的支持除其他外包括提供关于危险物体预期重返的信息，并且（利用 Starbrook 传感器）监测根据《联合王国外层空间法》得到许可的平台，目的是确保遵行联合国外层空间各项条约所规定的义务。

碎片环境建模

去年利用南安普顿大学地球同步环境碎片分析与监测结构这一工具加深了对空间碎片减缓和整治工作的效力的认识。该项工作向称作为实现减少碎片目

的而协同相关能力（ACCORD）的欧洲联盟（欧盟）第七份框架方案项目（开始于 2010 年 12 月）以及空间碎片协委会关于未来低地球轨道环境的环境与数据库研究问题工作组的工作提供了支持。结果表明，需要进行整治以稳定低地球轨道碎片集群，在空间碎片协委会空间减缓准则与整治措施之间能够实现协同增效，目的是清除环境中的大型完整物体以免其参与今后的碰撞。此外，ACCORD 项目的初步结果表明，从长远来讲，空间碎片协委会各项减缓措施有能力限制碎片集群的增加。这些结果突出介绍了有效的措施和不很有效的措施，因而能够让空间碎片协委会环境与数据库问题工作组正在进行的讨论重点明确。南安普顿大学在空间碎片领域开展的其他活动还包括对“云计算”在空间状况感知上的惠益展开认真研究并探索空间碎片整治问题。

航天器碎片防护和风险评估

作为称作降低空间系统脆弱性的欧盟第七份框架方案项目联合会（它正在认真研究如何在设计上解决降低未来低地球轨道卫星在小型碎片方面脆弱性的问题）的一名成员，PHS Space 有限公司利用其专有软件对两颗具有代表性的卫星进行了详细的新型撞击风险评估。该分析是研究得以走向下一步即确定和开发新的屏蔽技术的一个基本先行步骤。

碎片减缓

联合王国继续参加了空间碎片协委会碎片减缓工作组的工作。在工作组的各项活动中，联合王国协助编写了关于物体在地球静止区长期存在的报告。

在标准化组织内部，最高级别空间碎片减缓标准第二版于 2011 年 5 月出版。该标准的拟定工作由 PHS Space 有限公司牵头，规定了一些确保航天器和运载工具轨道级的设计、运行和处置能够防止其在整个轨道寿命期间生成碎片的高级别措施。一套较低级别的实施标准将提供得以遵行这些措施的方法和程序。在这方面尤为重要的是关系到以下方面的标准：(a)在低地球轨道上对卫星的处置以及(b)航天器寿命终了时的钝化。萨里卫星技术有限公司的技术专家目前正牵头拟定这两份实施标准。

克兰菲尔德大学目前正在为订于 2012 年发射的联合王国技术演示卫星（TechDemoSat-1）开发一个脱轨装置。该装置是一个可部署阻力帆，其大小将能保证按照空间碎片协委会碎片减缓准则的建议在飞行任务后 25 年的寿命期内实现重返。主要设计目标是：交付迅速（在不到一年的时间内完成设计、测试、生产和交付）、费用不高并能与小型卫星兼容、把对航天器主机所造成的风险降到最低并且具有良好的脱轨性能。该大学还正在研究与碎片有关的其他专题，例如主动式清除碎片以及碰撞建模。

三. 从国际组织收到的答复

亚太空间合作组织

[原件：英文]
[2011 年 10 月 24 日]

亚太地面光学空间观测系统是一个优先项目，其可行性研究于 2010 年完成，并且于 2011 年 1 月最后一周获得批准。该项目将有助于探测、追踪和查明空间物体，确定空间物体的轨道并对其加以编目，对碰撞进行预警，开展重返预测及技术磋商和培训。该项目第一阶段的工作以亚太空间合作组织成员国现行资源为依据，目前正在实施之中，预期将在 2012 年 5 月底之前完成，在这之后将开始正常运行。项目第二阶段的工作将随后展开。

世界安全基金会

[原件：英文]
[2011 年 8 月 30 日]

世界安全基金会对空间环境的长期可持续性抱有浓厚的兴趣，并认为空间碎片减缓是一个重要专题。2011 年，该基金会继续进行并赞助进行有关空间碎片专题的研究，包括处理与主动清除轨道上的空间碎片以及与可持续利用空间的合作治理机制有关的一些法律与政策问题。世界安全基金会建立了一个网站，以此作为介绍全球空间状况感知传感器的一个向公众开放的数据库，其目的部分是为了推进数据共享与协作。世界安全基金会于 10 月同北京航空航天大学联合组办了 2011 年北京空间可持续性问题讲习班，在讲习班上，国际专家集聚一堂，讨论与空间碎片减缓、清除、空间运行安全与空间气候有关的问题。