



和平利用外层空间委员会

各国关于空间碎片、带有核动力源的空间物体的安全以及
这些物体与空间碎片碰撞问题的研究

秘书处的说明

目录

	段次	页次
一、 导言.....	1-3	2
二、 从会员国收到的答复.....		2
芬兰.....		2
日本.....		3
拉脱维亚.....		4
波兰.....		4
大不列颠及北爱尔兰联合王国.....		4



一、 导言

1. 大会在其 2006 年 12 月 14 日第 61/111 号决议第 24 段中认为，会员国必须更多地注意包括有核动力源的物体在内的空间物体与空间碎片碰撞的问题和空间碎片的其他方面，要求各国继续对这个问题进行研究，开发更佳的技术来监测空间碎片，汇编和散发关于空间碎片的数据，并认为应在可能范围内向和平利用外层空间委员会科学技术小组委员会提供有关资料，并一致认为必须进行国际合作，以便扩大适当的、经济上可承受的战略，尽量减少空间碎片对未来空间任务的影响。

2. 科学技术小组委员会在其第四十三届会议上一致认为，应当再次请各会员国和各空间机构提供关于空间碎片、有核动力源的空间物体的安全以及这些物体与空间碎片碰撞方面研究情况的报告（A/AC.105/869, 第 96 段）。在 2006 年 8 月 25 日的一份普通照会中，秘书长请各国政府于 2006 年 10 月 30 日之前提交关于这一事项的所有资料，以便能够将此类资料提交给科学技术小组委员会第四十四届会议。

3. 本文件是由秘书处根据从以下会员国收到的资料编写的：芬兰、日本、拉脱维亚、波兰和大不列颠及北爱尔兰联合王国。

二、 从会员国收到的答复

芬兰

[原件：英文]

芬兰的几项正在进行中的空间碎片研究活动和应用是：

(a) 2001 年 10 月在机载自主航天器项目（PROBA）卫星上发射的碎片在轨评估器（DEBIE）、空间碎片传感器和数据处理装置；

(b) 碎片在轨评估器以后将用于国际空间站飞行以发挥更实际的作用；

(c) 在拉普兰使用欧洲非相干散射（EISCAT）雷达进行了低地轨道空间碎片调查（验证性能：1 厘米及更大物体）；

(d) 图尔库大学利用欧洲空间局位于西班牙加那利群岛的望远镜进行了地球同步轨道空间碎片调查。

日本

[原件：英文]

日本有关空间碎片的研究主要由日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）和九州大学负责进行，其工作重点如下：

(a) 地基空间碎片观测

在对日本领土上空的地球同步轨道（GEO）区域中的物体和低地轨道区域中的物体进行常规观测的同时，还利用探测地球静止卫星轨道碎片的自动探测技术，一种探测微噪音级地球同步轨道物体的信号叠加方法[附件 A]^{*}，以及一个依据光强度时程估算物体的运动与形状的系统进行研究和开发。

(b) 碎片群建模

如附件 B 所述，九州大学正在进行一项研究，目的在于预测低地轨道人造物体的长期演变，同时考虑到碰撞和爆炸情况。

(c) 超高速撞击测试

以前曾进行过超高速撞击测试，以便为国际空间站日本实验模块开发缓冲器。日本宇宙航空研究开发机构正在继续进行该研究，但研究目标已转为保护无人驾驶航天器。使用圆锥形充电系统和气电枪对复合材料和金属进行撞击，采集了大量有关数据 [附件 C 和 D]，并将所得结果与美国国家航空和宇宙航行局（NASA）的标准破裂模型[附件 E]进行比较分析。

在重点研究碎片撞击造成的各种现象的同时，该文件[附件 F]还提出有可能通过无线电波发射来探测碎片撞击情况，这种方法可适用于国际空间站和其他航天器。

(d) 利用电动力缆绳加速任务结束后航天器的轨道衰减

日本宇宙航空研究开发机构和九州大学正在研究电动力缆绳（EDT），这是一种加速任务结束后航天器和碎片轨道衰减的方法，从质量损失的角度来看，这种方法更加有效和简易。目前正在研究一个名为“空间碎片微型清除器”的系统，该系统利用电动力缆绳，能够集合并捕获目标，目前已经完成了其概念设计[附件 G 和 H]。

拉脱维亚

^{*} 所有附件是指日本答复中的附件，可在秘书处外层空间事务处的网站上查阅（www.unoosa.org）。

[原件：英文]

文茨皮尔斯国际射电天文学中心和拉脱维亚大学天文学研究所正在与俄罗斯联邦科学院以及乌克兰国家科学院开展合作，在空间碎片与近地物体无线电定位观测网上安装 5 千兆赫频带。到目前为止，已经设计出相应的接收器并完成了测试。预计到 2007 年将完全纳入观测方案。目前，该射电天文学中心和拉脱维亚大学天文学研究所的研究人员正在处理已经收集的数据。

波兰

[原件：英文]

以前没有进行大型活动。波兰有一个关于尽量减少空间碎片的教育项目。该项目的主要目标是测试卫星在结束其在低地轨道上的运转寿命后离轨的技术解决办法。该项目由华沙技术大学的学生主持。

大不列颠及北爱尔兰联合王国

[原件：英文]

1. 导言

1. 英国国家航天中心（英国航天中心）在解决空间碎片问题方面发挥着积极的作用。英国航天中心鼓励在国家、欧洲和国际各级开展协调，以便就有效的碎片缓减解决办法取得一致意见。

2. 进行这种协调的关键是英国航天中心作为成员参加机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）的工作，因为空间碎片协委会是就空间碎片缓减问题取得一致意见的主要国际论坛（见 www.iadc-online.org）。英国航天中心对空间碎片协委会的工作做出贡献的方式有以下几种：与作为成员的其他空间机构就空间碎片研究活动交换信息；为就空间碎片研究展开合作、创造机会、提供便利；审查进行中的合作活动所取得的进展并确定用于碎片缓减的各种备选方案。大不列颠及北爱尔兰联合王国于 2006 年 4 月参加了空间碎片协委会在日本召开的第二十四届会议，会议由日本宇宙航空研究开发机构主办。

3. 在欧洲内部，通过空间碎片问题中心网络小组进行了碎片研究能力方面的协调。英国航天中心和欧洲空间局（欧空局）及三个国家机构均为该小组的成员，这三个机构是：意大利空间局、法国国家空间研究中心和德国空间局。中心网络负责拟订欧洲空间碎片问题综合工作计划和战略。

4. 在国家一级，英国航天中心继续对联合王国空间碎片协调组提供支助，该协调组每年都开会，为协调联合王国所有空间碎片研究和政策方面的活动

提供了一个论坛。卢瑟福·阿普尔顿实验室于 11 月主办了 2006 年的会议，联合王国许多业界和学术界人士都参加了这次会议。会议讨论了最新国际发展情况，尤其是空间碎片缓减准则和标准，为报告联合王国最近的研究情况提供了机会。

5. 联合王国在空间碎片方面的研究能力特别强，英国航天中心定期借助于这种能力提供公正不倚的技术支持和咨询意见。在过去一年里，联合王国的各种组织开展了许多活动，其中某些活动概述如下。

2. 对碎片群的观察与测量

(a) 联合王国参与机构间空间碎片协调委员会测量问题工作组的工作

6. 英国航天中心利用联合王国的被动成像测量传感器网络进行了中地球轨道（MEO）碎片研究，以支持空间碎片协委会的工作方案，该网络是联合王国国防部运作的技术示范项目。Space Insight 有限公司代表英国航天中心开展了这一研究和分析，并在空间碎片协委会在日本举行的第二十四届会议上做了报告。中地球轨道研究的成果包括一份将提交空间碎片协委会的关于在实施对中地球轨道领域的探索方案期间发现中地球轨道无关联物体的首次报告。

(b) 实地探测器和对已收回的表面的测量

7. 2005 至 2006 年期间，自然历史博物馆和肯特大学（在联合王国坎特伯雷）的研究人员与美国国家航空和宇宙航行局协作，集中力量研究碰撞对硅氧气凝胶和铝 1100 基材的影响；并着力于准备一套欧洲实验仪器，这些实验仪器将作为美国大面积碎片收集器的一部分于 2008 年部署到国际空间站上。在合作实验中，肯特大学使用光气电枪，通过每秒 6 公里速度的撞击产生凹坑。利用自然历史博物馆的分析电子显微镜进行凹坑测量，校准撞击粒子的尺寸、密度和组成成分。还使用了新的立体软件来重建和分析凹坑的三维形态。主要目的是支持关于彗星颗粒对“星尘号”航天器的撞击的解释，但要识别在低地球轨道（低地轨道）上撞击航天器的特定微流星体物质，还应当采用开发的残留物分析技术。

3. 碎片环境建模

8. 联合王国的碎片研究人员仍在积极建立关于碎片环境、其长期演变和对未来可能的空间系统造成的潜在风险的模型。

(a) 联合王国参与机构间空间碎片协调委员会环境和数据问题工作组的工作

9. 英国航天中心与空间碎片协委会环境和数据问题工作组的其他代表团共同参加了一项研究，研究与太阳有关的偏心矢量定位在地球同步轨道（GEO）

弃星轨道的长期演变中的作用。参与研究的各代表团一致认为，具有“二至点”偏心矢量的轨道变化最小。这项工作最后是将弃星轨道偏心率的上方值写入了空间碎片协委会的空间碎片缓减准则。

(b) 碎片环境建模

10. 南安普敦大学的航天研究小组开展的关于对低地轨道和地球同步轨道空间碎片环境长期预测的调查研究工作正在取得进展。对低地轨道空间碎片环境的新研究侧重于 100 和 200 年期间内热层冷却和未来预测的太阳辐射对不同情境（包括正常业务、任务后处置和非未来运输）的影响，研究中使用了该大学的三维能力环境模型，即地球同步环境碎片分析与监测结构软件模型（DAMAGE）。研究得出的初步结果表明目前轨道上有大量物质，足以维持碰撞活动，因此即使未来运输不增加，碎片群也会增加。此外，研究结果还表明热层冷却所面临的碰撞风险上升了。正在开展进一步工作以确定这些结果内的不确定性。

4. 航天器碎片保护和风险评估

11. 联合王国仍致力于研究的另一个领域是评估超高速碎片撞击对航天器造成的风险及航天器保护问题。

(a) 联合王国参与机构间空间碎片协调委员会保护问题工作组的工作

12. 英国航天中心继续参与空间碎片协委会保护问题工作组内部与保护有关的活动。该工作组目前的工作重点是编写关于可在各种航天器上安装的碰撞传感器网络设计的可行性和备选方案的报告。这种网络系统的目的是向操作人员提供关于发生的碰撞以及碰撞与航天器异常和故障之间的联系的数据。联合王国的代表是该报告的主要编辑，报告将于 2007 年底或 2008 年初发布。

13. 该工作组的另一项重要成果是编写了《保护手册》，该手册载有与航天器碎片风险评估和保护有关的技术资料。空间碎片协委会的网站于 2004 年公布了该手册的第一版（编号：IADC-04-03）。目前正在起草《保护手册》的第二版。

(b) 卫星耐受性建模

14. 奇夸蒂克公司参与了一项最近完成的欧空局研究合同，这项研究是由德国马赫研究所牵头进行的，旨在确定典型航天器设备应对碎片和流星体碰撞的特点。开展了广泛的碰撞测试方案，并得出了损害方程式。这些方程式被纳入名为“SHIELD”的风险评估模型，使其能够更准确地预测典型无人驾驶航天器的耐受性。

(c) 超高速撞击的数值模拟

15. Century Dynamics 公司是显性瞬态动力学软件“AUTODYN”的开发者和供应商。该软件在全世界运用于模拟非线性动态活动，包括超高速撞击活动。该公司继续为世界各地的客户（如欧空局、美国国家航空和宇宙航行局等）提供支持，帮助它们运用该软件解决与空间碎片相关的问题，目前更多的是解决与行星撞击有关的问题。

16. 此外，Century Dynamics 公司继续参与欧空局欧洲空间研究和技术中心与空间碎片有关的研究项目。该公司正在与马赫研究所协作开展一个项目，为超高速撞击数值模拟开发碳纤维强化塑料（CFRP）材料模型数据。以往与欧空局共同开展的项目一直侧重于为合成材料设计复杂的模型。AUTODYN 软件可以通过正确的热力反应来模拟受冲击波撞击的正交各向异性材料。高级损害建模能力可以预测撞击发生后纤维强化合成材料的受损程度和残余强度、正交各向异性非线性应力-应变响应、定向损害的产生以及累进破坏增长。目前的研究已经完成了一项大范围实验性测试方案，并从中得出了材料模型数据。目前的重点是证实诸如微流星体对碳纤维强化塑料-铝蜂窝结构的撞击等超高速撞击活动数值模拟的数据。

(d) 对超高速撞击的测试

17. 肯特大学一直注重在实验室使用两级光气电枪进行撞击来开展这方面的研究。这种光气电枪正满负荷运转，几乎每天都要对不同项目进行发射。过去一年里，使用这种枪为一个客户进行了模拟切线入射撞击航天器材料的工作。肯特大学还继续开发在静电加速器中用来模仿宇宙尘埃的亚微米尘粒。然后可将它们用于实验室的撞击模拟。

5. 碎片缓减**(a) 联合王国参与机构间空间碎片协调委员会缓减问题工作组的工作**

18. 在空间碎片协委会缓减问题工作组中，奇夸蒂克公司正代表英国航天中心牵头进行工作，以便更好地了解地球同步轨道物体在其使用寿命终了时转轨的情况。这一工作的重点是提供有关地球同步轨道转轨物体初始目标轨道参数的指导。尤其是研究表明，仔细考虑偏心矢量有助于防止物体重新进入受保护的地球同步轨道区域。还为英国航天局进行了关于导航卫星轨道，特别是伽利略星座的类似研究。各项研究已经开始考虑关于处置伽利略星座上运行寿命终了的资产的建议草案，同时确保失效的物体不会对其余仍在运行的导航卫星带来危险。

(b) 碎片缓减标准

19. 联合王国继续积极参与了确定和起草有关空间碎片缓减工程标准的工作。通过欧洲空间标准化合作组织和国际标准化组织（ISO）提供了投入，联合王国主持一个负责协调整个国际标准化组织中有关空间碎片缓减标准方面各项工作的工作组。在起草这些标准时，设法尽可能使其与空间碎片协委会有关空间碎片缓减的准则保持一致。通过英国标准协会在国际一级对联合王国的专家们所做的工作进行了协调。

(c) 联合王国的卫星许可证发放程序

20. 英国航天中心负责发放各种许可证，以确认联合王国的卫星是按照联合王国根据 1986 年《外层空间法》所承担的义务而发射和运营的。为协助英国航天中心对许可证发放进程进行评估，奇夸蒂克公司使用了特别开发的名为“SCALP”的软件工具，以便对卫星碰撞风险和责任进行评估。该分析是总体评估的一部分，通过这种评估，英国航天中心得以对是否发放许可证做出有事实根据的判断。在过去一年里，一直在对 AMC14、AMC18 和 SESC4（轨道位置变化）这三个地球同步轨道航天器进行安全评价。

6. 近地物体

21. 卢瑟福·阿普尔顿实验室于 2005 年 11 月 23 日在伦敦组织了一次会议，在皇家航天学会的主持下讨论关于针对近地物体的办法。该学会承认欧空局通过各种举措，如“唐吉珂德飞行任务”构想，在欧洲未来此类活动中发挥领导作用。

22. 南安普敦大学的航天研究小组正在对近地物体撞击地球的影响开展大量研究。2004-2005 年期间开发了一种软件工具，用来评估撞击造成的结果对人类群体的影响，上一年该软件还被用来分析具体的撞击案例研究。第一项研究是评估撞击联合王国邻近区域的陆地和海洋所造成的伤亡人数，第二项研究则是评估 2036 年可能发生的第 99942 号小行星 Apophis 撞击地球对人类群体造成的影响。研究结果将公布在国际天文联合会于 2006 年 8 月在布拉格举行的关于将双星作为临界工具以及当代天体物理学测试专题讨论会公报上。

23. 随着更强大的软件工具的开发，进一步推动了这项工作，该软件名为“近地物体撞击器”，它将被用于近地物体撞击对人口和基础设施造成的影响的全球研究。该软件工具中包括关于空爆、地面撞击以及海洋撞击造成的后果的复杂模型。预期将于 2007 年完成这项由南安普敦大学和英国航天中心联合资助的研究方案。