



大会

Distr.
GENERAL

A/AC.105/659
13 December 1996
CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

和平利用外层空间委员会

各国对空间碎片的研究
核动力卫星的安全
核动力源同空间碎片的碰撞的问题

秘书处的说明

目 录

	页 次
导言.....	2
来自会员国的答复.....	3
文莱达鲁萨兰国.....	3
保加利亚.....	3
加拿大.....	4
匈牙利.....	4
日本.....	4
葡萄牙.....	8
大韩民国.....	8
瑞典.....	8
大不列颠及北爱尔兰联合王国.....	8

导 言

1. 1995年12月6日大会第50/27号决议第37段认为,会员国必须对包括核动力源在内的空间物体与空间碎片的碰撞问题和空间碎片的其他方面问题予以更多的重视,并要求各国继续对空间碎片问题进行研究,以开发监测空间碎片的更佳技术,编辑和传播关于空间碎片的数据资料。大会在该决议的同一段认为,应在尽可能的范围内,将有关的信息资料提供给和平利用外层空间委员会科学技术小组委员会。
2. 大会在同一决议的第21段中,请各会员国就核动力卫星安全方面所开展的国家和国际研究定期向秘书长提交报告。
3. 秘书长在1996年7月19日给所有会员国的普通照会中,请各会员国在1996年9月30日之前,将上文所要求的信息资料送交秘书处,以便秘书处能汇编一份关于这些信息资料的报告,提交该小组委员会第三十四届会议。
4. 本文件就是秘书处根据1996年12月6日之前收自各会员国的信息资料编写的。该日期以后收到的信息资料将编入本文件增编。

来自会员国的答复*

文莱达鲁萨兰国

〔原件：英文〕

文莱达鲁萨兰国报告说，目前它没有进行与空间碎片有关的任何研究，且不拥有用核能运行的卫星。因此，它没有进行关于核动力源与空间碎片可能碰撞的研究。

保加利亚

〔原件：英文〕

保加利亚报告说，目前它既不支持也不参与涉及载有核动力源的卫星的空间方案，且不参加研制导致释放空间碎片的运输系统或将其发射到空间。因此，保加利亚既不掌握有关带有机载核反应堆的卫星是否安全的信息资料，也不掌握有关这些卫星与空间碎片碰撞的信息资料。

已设想 1997 年在保加利亚共和国 2000 年前国家航空航天方案的框架内进行关于空间污染问题的研究。

加拿大

〔原件：英文〕

关于与空间碎片的碰撞问题和为尽量减少产生空间碎片而采取的措施，采取了下列步骤。

为了尽量减少产生空间碎片，RADARSAT 方案采取了两项专门预防措施。

- 第一项措施是确立系统水平要求，要求用容器回收因阻尼/释放机制运作而产生的固体碎片，即要求所有的承包商设计一个系统以确保航天器在施放过程中不会释放任何碎片。
- 第二项预防措施是保护 RADARSAT 航天器免受现存空间碎片环境的侵害。采取这项措施的目的是尽可能确保 RADARSAT 航天器不会因空间碎片的撞击而过早地成为空间碎片。这项活动是要利用美国航天局的 EnviroNET 数据库来确定 RADARSAT 将要遇到的空间

* 答复按收到时的原样转载。

碎片环境。在这之后检查航天器的各部件以确定它们易受这种预计环境的损害程度。对易受损害程度的评定不仅包括用超高速撞击方程式评定，而且包括实实在在地在美国航天局约翰逊空间中心对航天器硬件进行超高速撞击试验。如果需要，将增加航天器的防护层以使其残存率达到可接受的水平。这些防护措施包括在热敷层中添加 Nextel（一种 3 层硅酸盐纤维布料），在照射的胼线和电线束前面加装缓冲器以及增厚某些部件箱以保护封闭的电路。

匈牙利

〔原件：英文〕

匈牙利报告说，目前它没有进行与空间碎片有关的任何研究，且不拥有核能运行的卫星。因此，没有进行关于核动力源与空间碎片可能碰撞的研究。

日本

〔原件：英文〕

A. 导言

日本政府空间活动委员会（SAC）在 1994 年 7 月发表的《日本空间长期设想》报告中，阐明了日本关于空间碎片的政策。¹

“日本将致力于开发产生尽可能少的空间碎片的系统。至于现有的空间碎片，我们将与其他国家合作考虑减少碎片的方法。”

根据本报告，日本政府空间活动委员会于 1996 年 1 月 24 日修订了《日本空间活动基本政策》。² 它载有日本第一个关于保护空间环境的政策声明。

自 1990 年日本航空和航天科学协会创建空间碎片研究组起，已开始进行有系统或有组织的活动。³ 该研究组由来自各有关的航天组织和企业的 30 多名成员组成。它于 1992 年 1 月发表了一份临时报告并于 1993 年 3 月发表了最后报告。该报告所列某些建议已由新成立的两个日本航空和航天科学协会研究组落实。

日本（日本全国宇空实验室、日本宇宙开发事业团、日本宇宙航空研究所和其他有关的航天组织）从 1992 年起也一直是机构间空间碎片协调委员

会（空间碎片协委会）成员，并通过在空间碎片协委会、宇航联合会、空间研委会、ISCOPS 和其他国际和国内会议进行的信息交流和讨论，保持一定程度的碎片意识。

本报告是日本最近的研究进展和减少空间碎片活动的简要概述。

B. 最近的研究进展

1. 空间飞行器飞行后分析

日本航空和航天科学协会、全国宇空实验室和其他组织正在共同进行空间飞行器（SFU）飞行后分析工作。空间飞行器是一种无人的、可多次使用的、指向太阳的、以三个轴平衡的卫星，是日本制造的第一颗同类卫星。其形状呈八角形，直径 4.46 米，长 3 米，重约 4 吨。它于 1995 年 3 月 18 日由 H-II 第三次飞行发射，并于 1996 年 1 月 13 日由 STS-72 航天飞机收回。它位于高度为 500 公里、倾斜角为 28.5 度的环形轨道。撞击勘测正在取得较大进展——截止目前共发现 337 处直径在 200-1,000 微米之间的撞击构造，主要在聚酰亚胺薄膜多层绝热板和聚四氟乙烯表面上。^{4,5}

2. 超高速撞击试验

日本宇宙开发事业团——它负责日本空间开发的实际应用——一直在使用一支双级氢光气枪，为设计日本实验舱实心 Whipple 缓冲板和用于日本实验舱遥控系统臂的碳纤维增强塑料管而进行一系列撞击试验。⁶

日本全国宇空实验室一直在与三菱重工和中国化工（Chugoku Chemicals）合作进行聚能药包试验。使用的药包直径 7.0 厘米，长 14.7 厘米；护面层角度 30 度，铝护面层厚度 2.1 毫米。铜限燃层有一个直径 15 毫米的孔，这是通过既有限燃层法又有活性板法的强度参数研究挑选的。有了这一抑制物，就得到不带牵引喷口的单缸喷口。叶端喷口的质量约 1.9 克，而得到速度约为 10.6 公里/秒⁷。全国宇空实验室和三菱重工计划为日本实验舱撞击试验的目的而精制限燃聚能药包。

C. 减少空间碎片活动

日本宇宙开发事业团已对残留推进剂 (LOX, LH₂, N₂H₄)和 H-I/H-II 第二级的残余氨气进行排放处理。除非在某些特殊飞行中,如静止地球气象卫星使用过的远地点发动机的分离,已不再在卫星分离时释放机械部件及展开太阳能面板。为防止 H-II 第二极在空间意外遭受破坏,在射入轨道后立即切断指令破坏系统,其引爆装置被施以热绝缘,以杜绝自行起动。⁸

虽然日本宇宙开发事业团方案采取的措施看起来相对不太昂贵,但这些措施却证明非常有效。例如,作为脱离轨道的结果,技术试验卫星 VI 号 H-II 第二极 (1994-056B) 的轨道寿命已缩短到 7 个月⁹。(它于 1995 年 3 月 31 日返回)。

限制产生空间碎片的措施必须由从事空间活动的国家在多边基础上研制和实施。日本航空和航天科学协会空间碎片预防设计标准委员于 1996 年 3 月颁布了“日本宇宙开发事业团标准和设计标准”的最终报告¹⁰。根据该报告,日本宇宙开发事业团于 1996 年 3 月 28 日制定了日本宇宙开发事业团-STD-18 “空间碎片减少标准”¹¹。1996 年 5 月 19 日-20 日在日本岐阜举行的第二十九届空间技术和科学国际专题讨论会上,讨论了美国航天局安全标准 1740.14 和日本宇宙开发事业团标准 18 确定的指导原则和评估程序的比较问题¹²,并在 1996 年 10 月 7 日-11 日在北京举行的第四十七届国际航天会议上提交了详细标准。¹³

为了大大降低运输成本和保护空间环境,日本将通过提高先进的 H-II 运载火箭和 HOPE 技术的开发成果,继续进行先进的研究和开发活动,这些活动重点放在基于新颖设计概念的新的完全可重复使用的运输飞行器上。¹

总之,与空间碎片有关的空间环境保护对于确保长期空间活动和扩大人类的太空活动是必要的。当空间碎片问题还可以管理且处理的成本相当低的时候,我们有必要现在就采取行动。

References

¹"Toward creation of space age in the new century", Report on Japan's Space Long-Term Vision, Space Activities Commission, July 1994.

²Fundamental Policy of Japan's Space Activities, revised on January 24, 1996.

³S. Tada and T. Yasaka, "Space debris studies in Japan", *Adv. Space Res.*, vol.13, No. 8, 1993, pp. 289-298.

⁴K. Kuriki et al., "Preliminary results of SFU post flight analysis: Japan's first investigation of a retrieved spacecraft from space", to be published in ISAS Report.

⁵M. J. Neish et al., "Hypervelocity impact damage to space flyer unit multi-layer insulation", abstract submitted to 7th Symposium of Materials in the Space Environment, to be held at Toulouse, France, 16-20 June 1997.

⁶K. Shiraki, F. Terada and M. Harada, "JEM design progress for the micro-meteoroid and orbital debris protection", 96-m-21, 20th ISTS, Gifu, Japan, May 19-25, 1996.

⁷M. Kobayashi et al., "Study of hypervelocity impact testing with shaped charge", 96-m-19, 20th ISTS, GIFU, Japan, May 19-25, 1996.

⁸T. Ujino et al., "Debris prevention plans of the H-II rocket", IAF-93-V.5.633, 44th IAF, Graz, Austria, October 1993.

⁹A. Takano, T. Tajima and Y. Kanoh, "Recent efforts toward the minimization of GTO objects and its practices in NASDA", IAA.6.5.03, 46th IAF, Oslo, Norway, October 1995.

¹⁰Report on the Study for Establishment of the Orbital Debris Mitigation Design Standards (in Japanese), Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, March 1996.

¹¹Space Debris Mitigation Standards (in Japanese), NASDA-STD-18, March 28, 1996.

¹²R. Reynolds et al., "Guidelines and assessment procedures to limit orbital debris generation", 96-m-15V, 20th ISTS, Gifu, Japan, May 19-25, 1996.

¹³A. Kato, "NASDA Space Debris Mitigation Standard", IAF-96-V.6.06, 47th IAF, Beijing, China, October 7-11, 1996.

葡萄牙

〔原件：英文〕

葡萄牙报告说，目前它不拥有用核能运行的卫星。因此，没有进行关于核动力源与空间碎片可能碰撞的研究。

大韩民国

〔原件：英文〕

大韩民国报告说，目前它有两颗 KITSAT 卫星和两颗 KOREASAT 卫星在轨道上。鉴于 1992 年发射的第一颗卫星 KITSATI 的工作寿命有 5 年，1997 年前大韩民国的卫星不会产生空间碎片。至于有关国家空间碎片的研究，大韩民国报告说，它已开始一些初步的研究活动，例如监测空间碎片。

瑞典

〔原件：英文〕

瑞典报告说，它自己没有进行任何有关空间碎片的国家研究，但支持联合国、欧空局和其他论坛内进行的活动。工业界（如萨伯爱立信航天公司）正在进行关于有效载荷分离系统的技术设计研究，以便减少新的碎片的产生。

大不列颠及北爱尔兰联合王国

〔原件：英文〕

1996 年，英国国家航天中心继续与法国（法国国家空间研究中心）、德国（德国航天局）、意大利（意大利航天局）的国家航天机构和欧洲航天局（欧空局）就协调碎片活动进行讨论。这种联合已产生一份概述欧洲所具有的能够解决空间碎片问题的专门知识和设施的报告。

第四次联合王国轨道碎片/协调组会议于 1996 年 5 月 14 日星期二在英格兰布里斯托尔马特拉马科尼航天公司召开。这次会议使学术界、工业界和政府机构集聚一堂，包括英国国家航天中心、英国地质调查局、流体重力工程公司、Cranfield 航天学院、先进系统结构公司、世纪动力公司、马特拉马科尼航天公司、皇家格林威治天文台、Queen Mary 和 Westfield 学院、科学仪器研究会、Vega、肯特大学和防务研究局。讨论的题目和进行的情况介绍有光学和雷达探测轨道中的碎片、预测太阳活动和大气层的反应、设计探测碎片的光学系统、预测轨道碎片群的长期演变、未进行模型试验的碎片

来源、从检查收回的暴露于空间的物体表面推断出的轨道中遇到的微观粒子群和水码模型试验。还举行了一次关于用水码模拟流星体和碎片超高速撞击的挑战的特别研讨会。与会者范围广泛，会议允许讨论和协调国家方案与国际活动，如机构间碎片委员会和联合国和平利用外层空间委员会。下一次会议将于 1997 年在英格兰赫斯特蒙苏的皇家格林威治天文台举行。

联合王国的一个代表团参加了 1996 年 2 月 28 日至 3 月 1 日在德国达姆斯塔特召开的第 13 次机构间碎片协调组会议（空间碎片协委会）。此举是承认空间碎片有越来越大的危害性，有必要为解决这一全球性问题拟订一项国际解决方案。联合王国从空间碎片协委会成立伊始就通过其欧空局的成员国地位参与空间碎片协委会的活动，但这是联合王国作为独立的成员国参加的第一次会议。空间碎片协委会成员包括欧洲航天局（欧空局）、美国国家航空和航天局（美国航天局）、俄罗斯航天局（俄空局）、中国国家航天局（CNSA）、日本、印度空间研究组织（ISRO）和法国国家空间研究中心（CNES）。

对返回空间物体如中国 40（FSW）返回舱的巨大兴趣，导致联合王国参加由欧洲航天局主办、1996 年 9 月 17 日在达姆斯塔特欧洲空间业务中心举行的关于空间碎片物体返回的讲习班。

1996 年期间联合王国各研究组撰写了一些技术论文。本报告的参考文献部分列举了一些已发表的论文。

A. 回收物体表面分析和撞击形态学

肯特大学继续其回收物体表面分析和超高速撞击模型试验。进行的一些新的工作提供脆性材料对超高速撞击的^{1,2,3}反应的结果和由飞行实验得到的新的碎片群数据^{4,5}，关于这些工作已发表许多篇论文。对于可能导致损害卫星的、与超高速撞击有关的现象，如撞击等离子的产生，也进行了重要工作。⁶还对碎片群模型试验进行了大量工作。⁷

B. 地面探测

科学仪器研究会电光学部参与用于光学空间碎片摄像机的 CCD 摄像机电子和控制与数据采集软件的设计和制作工作，该摄像机将于 1997 年安装在特内里费岛。这项工作由欧洲航天局资助。英国地质调查局进行对卫星和

碎片流轨的大气层影响的模型试验。⁸ 皇家格林威治天文台仍然参加用地面光学系统探测轨道中的碎片物体。^{9,10}

C. 撞击模拟

世纪动力公司继续开发 Autodyne Hydrodynamic 软件, 以对各种撞击景象和模拟进行模型试验。从一般弹道限制调查¹¹ 到对薄板¹² 和厚板¹³ 的特殊影响, 应有尽有。Cranfield 航天学院航空航天系也参与了用 DYNA3D 码¹⁵ 对空间超高速撞击的模拟试验和评估导致的损害的工作。¹⁶

D. 危险评估、碎片群模型试验

防务研究局继续其碎片群模型试验¹⁷ 和危险评估¹⁸, 特别将重点放在新的卫星群结构¹⁹ 对空间环境²⁰ 的影响上。除了界定对卫星的危险, 还考虑了防护措施。²¹ 南安普敦大学还在其工作中增加了轨道中物体碎裂后的危险分析。采用新开发的概率连续动力方法,²² 已考虑了几种不同的碎裂景象。^{23,24} 伦敦大学、Queen Mary 和 Westfield 学院继续研究未来的碎片群增长模型试验,²⁵ 及估计未进行模型试验的碎片源如微观粒子抛出物。

这些研究表明, 联合王国继续积极参与, 并在许多情况下有特别的能力进行与碎片有关的广泛活动。

References

¹E. A. Taylor, K. Edelstein and J.A.M. McDonnell, "Hypervelocity impact on float glass: morphology approaching the ballistic limit", paper B0.8-0007, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

²E. A. Taylor, N.R.G. Shrine and L. Kay, "Hypervelocity impact on semi-infinite brittle materials: fracture morphology related to projectile diameter", paper B0.8-0003, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

³A. D. Griffiths and J.A.M. McDonnell, "In-situ debris production from solar array surface impact spallation: results from the Hubble Space Telescope", paper B0.7-0007, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

⁴N.R.G. Shrine, J.A.M. McDonnell, M. J. Burchell, D. J. Gardner, H. S. Jolly, P. R. Ratcliff and R. Thomson, "EUROMIR '95: first results from the Dustwatch-P

detectors of the European Space Exposure Facility", paper B0.8-0012, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

⁵J.A.M. McDonnell, P. R. Ratcliff and A. D. Griffiths, "In-situ detection of debris and meteoroids: development strategy on MIR and space station opportunities for debris monitors and meteoroid collectors", paper B0.7-0009, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

⁶P. R. Ratcliff, M. J. Cole and M. Reber, "Velocity thresholds for impact plasma production", paper B0.8-0010, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

⁷J.A.M. McDonnell, P. R. Ratcliff and C. Cook, "Particle lifetime studies in LEO for aerocaptured interplanetary dust", paper B0.8-0015, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

⁸T.D.G. Clark and A. D. Aylward, "Modelling the effects of thermospheric winds on satellite orbits", paper presented at ESTEC Symposium on Environment Modelling for Space-Based Applications, Noordwijk, Netherlands, 18-20 September 1996.

⁹J. Marchant, S. Green and J. Dick, "Real-time ground-based optical detection system for space debris", SPIE Conference, Denver, United States of America, August 1996.

¹⁰J. M. Marchant and S. F. Green, "Real-time ground-based space debris detection networks", paper B0.7-0005, 31st Scientific Assembly of COSPAR, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

¹¹C. J. Hayhurst, R. A. Clegg, I. A. Livingstone and N. J. Francis, "The application of SPH techniques in Autodyn-2D to ballistic impact problems", paper presented at 16th International Symposium on Ballistics, San Francisco, United States of America, 23-28 September 1996.

¹²C. J. Hayhurst and R. A. Clegg, "Cylindrically symmetric SPH simulations of hypervelocity impacts on thin plates", paper presented at 1996 Hypervelocity Impact Symposium, Freiburg, Germany, October 1996.

¹³C. J. Hayhurst, H. J. Ranson, D. J. Gardner and N. K. Birnbaum, "Modelling of microparticle hypervelocity oblique impacts on thick targets", *International Journal of Engineering*, Vol. 17, 1995.

¹⁴J. Campbell and R. Vignjevic, "Lagrangian hydrocode modelling of hypervelocity impact on spacecraft", Third International Conference on Computational Structures Technology, Budapest, Hungary, 21-23 August 1996.

¹⁵J. Campbell and R. Vignjevic, "Modelling hypervelocity impact in DYNA3D", 3rd International Conference on Dynamics and Control of Structures in Space, London, 28-29 May 1996.

¹⁶J. Campbell and R. Vignjevic, "Development of Lagrangian hydrocode modelling for debris impact damage prediction", Hypervelocity Impact Symposium, Freiburg, Germany, 7-10 October 1996.

¹⁷A. Shukry, I. Shukry, R. Walker and H. Stokes, "A database of historical satellite launches and future traffic predictions: applications for orbital debris environment models", paper B0.7-0012, 31st COSPAR Scientific Assembly, Birmingham, United Kingdom, July 1996.

¹⁸R. Walker, S. Hauptmann, R. Crowther, H. Stokes and A. Cant, "Introducing IDES: characterising the orbital debris environment in the past, present and future", paper AAS 96-113, 6th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Meeting, Austin, Texas, United States of America, February 1996.

¹⁹R. Walker, R. Crowther and G. G. Swinerd, "The long-term implications of operating satellite constellations in the low earth orbit debris environment", paper B0.7-0031, 31st COSPAR Scientific Assembly, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

²⁰R. Crowther, V. Marsh, H. Stokes and R. Walker, "Interactions between space systems and the orbital environment", SPIE Conference, Denver, United States of America, August 1996.

²¹H. Stokes, R. Crowther, R. Walker and F. Aish, "Introducing PLATFORM: a new software programme to simulate debris and meteoroid impacts on space platforms", paper B0.7-0034, 31st COSPAR Scientific Assembly, Birmingham, United Kingdom, 14-21 July 1996.

²²S. P. Barrows, G. G. Swinerd and R. Crowther, "Debris-cloud collision risk analysis: polar-platform case study", *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol. 32, No. 5, 1995, pp. 905-911.

²³S. P. Barrows, G. G. Swinerd and R. Crowther, "Assessment of target survivability following a debris cloud encounter", paper presented at 1st International Workshop on Space Debris, Moscow, October 1995 (to appear in *Space Forum*, 1996).

²⁴S. P. Barrows, G. G. Swinerd and R. Crowther, "A comparison of debris cloud modelling techniques", *Advances in the Astronautical Sciences*, Vol. 89, Part II, 1996, pp. 1233-1247.

²⁵L. Wang, J.P.W. Stark and R. Crowther, "Direct Monte-Carlo simulation of collision frequency of orbital debris", IAA-95-IAA.6.4.02, 46th International Astronautical Congress, Oslo.