联合国 A/AC.105/951

大 会

Distr.: General
10 December 2009
Chinese
Original: English

和平利用外层空间委员会

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

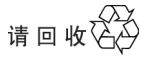
秘书处的说明

目录

页次

一. 导言 2
二. 从会员国收到的答复 2
德国 2
意大利 4
日本 5
缅甸 7
波兰 8
泰国 9

V.09-88570 (C) GL 040110 040110



一. 导言

1. 大会第 64/86 号决议认为，会员国应当更多地注意包括携载核动力源的物体在内的空间物体与空间碎片碰撞问题及空间碎片其它方面的问题；要求各国继续对这个问题进行研究，开发监测空间碎片改进技术，汇集和散发关于空间碎片的数据；还认为应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；并同意需要进行国际合作，以便扩大适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四十六届会议一致认为，应当继续对空间碎片进行研究，各会员国应当向所有的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.105/933，第 74 段）。在 2009 年 8 月 31 日的一份普通照会中，秘书长请各国政府在 2009 年 10 月 30 日之前提交关于这一事项的资料，以便能够将此类资料提交给科学和技术小组委员会第四十七届会议。

3. 本文件由秘书处根据德国、意大利、日本、缅甸、波兰和泰国提交的资料编写。

二. 从会员国收到的答复

德国

[原件：英文]

[2009 年 11 月 5 日]

2009 年，德国积极参加了机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）、欧洲空间碎片职能问题联络网、欧洲空间标准化合作组织空间碎片问题工作组及国际标准化组织在轨碎片协调问题工作组的工作。

空间碎片缓减要求是德国航空航天中心（德国航天中心）“德国航天中心空间项目质量保证和安全要求”的一部分。该文件的最新版本于 2009 年印发，现可适用于得到德国航天中心支持的所有国家空间项目。

德国与空间碎片问题有关的研究活动涵盖各个方面，例如空间碎片环境建模、观测技术（例如，开发拟在航空器上携载的实地探测器及研究超高速撞击对航空器的影响）及保护空间系统免遭空间碎片损害并限制未来产生空间碎片的相关技术。将直接通过德国国家空间预算或通过欧洲空间局（欧空局）确保资金的供应。

德国 2009 年开展的得到国家资助的研究活动概述如下。

改进超高速撞击测试能力

位于弗赖堡的弗劳恩霍夫瞬时动态研究所及恩斯特马赫研究所因其在进行超高速撞击实验方面的专长而闻名于世。该所目前正在进行改进测试设施的两

个项目。其目的是，在不改变轰击粒子物理特性的情况下模拟实验中速度为约每秒 10 公里的超高速撞击，减少轻气枪的载荷以降低实验费用。为此目的，正在对所谓“小型轻气枪”的现行轻气枪加以升级改造，以便能够以可加以复制的方式将毫米型粒子的速度加速到每秒 10 公里。在该年上半年，安装了一个新的高压舱，并对其进行了测试。

此外，正在恩斯特马赫研究所开发以所谓“双枪”的轻气枪技术为依据的新的加速器构想，以便把粒子加速到超高速的水平上。在报告所述期间，完成了新加速器的基本设计。

这两个新的加速器都将有助于加深对超高速机制上端部分撞击物理学的理解。

布伦瑞克技术大学：分析德国在空间碎片缓减措施所涉经济和可持续问题上的立场

这些分析的目的是，结合科学和技术讨论情况，为德国就空间碎片所涉经济和可持续问题上的立场提供依据，并给德国代表团在欧空局及空间碎片协委会与科学和技术小组委员会等国际委员会上所持的立场提供依据。布伦瑞克技术大学航空航天系统研究所正在进行相关分析。对这些分析的全面介绍载于此前关于空间碎片研究活动的国家报告（见 A/AC.105/931）。

通过相关分析形成现行立场

空间碎片协委会《空间碎片缓减准则》将两个在轨区域界定为“受到保护的区域”，这些区域为 2,000 公里纬度以下的低地轨道环境和近地圈。迄今为止，已经知道在星表物体之间曾经发生过 4 次灾难性的撞击，在这些撞击之后，最近于 2009 年春天又发生了铱-33 和慧星-2251 事件。所有这些都发生在低地轨道区。最近的模拟实验表明，目前导致今后撞击事件的最大因素为低地轨道区废弃火箭箭身和卫星造成的重大爆炸事件。近地圈绝大多数有源卫星的在轨倾角均接近于 0 度，并处于地球赤道周围划定明确的区域。这些卫星必须频繁机动以便不违反其划定区域的边界。但该区域内的任何无源物体均可能会经过漂移穿越这些划定区域，而与估计为 381 颗受控卫星中的任何一颗卫星碰撞，[1]从而造就了更为强有力的碰撞伙伴。因此，缓减措施应该将以下两个目标放在最为优先的位置上：

(a) 制止在低地轨道区发生任何爆炸；

(b) 清除近地区域的任何重大碎片物体。

正在根据 2004 年“空间碎片终端至终端服务”项目以及最近从模拟实验中获得的启示来对各种可行的缓减方案的经济成本和效益展开研究。

[1] 见：R. Choc and R. Jehn, *Classification of Geosynchronous Objects*, Issue 11 (Darmstadt, Germany, European Space Agency, European Space Operations Centre, February 2009)。

有关清除空间碎片建议的调查

清除空间碎片意义人所共知，但清除空间碎片的各种方法均有其技术上的难度，而且筹资并不容易，这些方法是否可行并且能否奏效仍有待证明。

专门清除较大物体的方法意在防止使用频繁的轨道出现碎片。将设法让已经清除的较大空间碎片物体脱离轨道，降入至大气层，或采用其它措施将其储存在废弃轨道上。为改变这类物体的轨道，人们提出了各种构想，例如带有常规推进系统的机器人系统，或部署大型结构以便与地球大气层进行互动（“增加阻力”）、与地理磁场进行互动（“电动气流”、“磁帆”）或与太阳风辐射压力进行互动（“太阳帆”）。

虽然清除较大物体将会对长期减少制造空间碎片的事件产生影响，但清除较小物体也会对短期内减少已有碎片产生影响。

在清除较小物体上最为通常的建议要么旨在直接转移，要么就是旨在使用地面、空中和天基激光系统的手段或采用捕捉设施加以采集的手段进行热分解。关于后一类做法，德国航天中心的一个构想获得了 DE 10 2008 005 600.6 的专利，该专利以某个卫星平台所附设的广泛捕捉设施的设计为依据。该卫星平台有能力进行轨道机动飞行（低偏心轨道）以便从飞行方向和侧后方收集空间碎片物体。最初的调查表明，能够找到清除空间碎片的有效轨道。

现场探测器 MDD3

在德国航天中心在轨核查方案的框架内，由恩斯特马赫研究所开发和建造的现场探测器 MDD3 将携载在俄罗斯 Spektr-R 卫星上。该探测器是使用若干独立传感器直接探测微流星体和空间碎片超高速撞击实验的一部分；因而该实验将有助于加深对地球轨道上这些微粒子群体的了解。在报告所述期间，完成并测试了飞行模型，计划于 2009 年年底投入飞行。

意大利

[原件：英文]

[2009 年 11 月 24 日]

意大利参与了国家一级的空间碎片举措，并支持开展国际活动，减缓和预防由空间碎片造成的危害。

地中海流域观测小型卫星星座 SkyMed 卫星星座的航天器运营商在 2009 年期间进行了某些避免碰撞的机动测试，其中包括对以下铱 33 事故的测试。

在 2009 年 6 月 3 日至 12 日于维也纳举行的委员会第五十二届会议上，意大利代表团会同德国代表团提出了一份联合建议，内容涉及在联合国主持下建立一个外层空间物体数据和信息平台（见 A/AC.105/2009/CRP.19）。该数据库所载数据是完全自愿提供的并将免费向会员国开放，它将有利于以安全和可持续

的方式进一步和平利用外层空间，并且与法国代表团提出的“外层空间活动长期可持续性”的现行问题是相吻合的。

日本

[原件：英文]

[2009 年 11 月 15 日]

1. 概述

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和九州大学共同进行，并侧重于以下专题。日本宇宙航空研究开发机构的研究和开发战略的主要目的是，按照以下类别寻找碎片问题的解决办法或应对措施：

- A 类. 任务保障：最为优先的任务是让空间活动产生惠益（战术：观察和建模；风险评估与管理；保护设计、碎片监测和避免碰撞等。）
- B 类. 保护环境和保证地面安全：确保空间活动的可持续发展并保证地面安全免遭轨道坠落物体的伤害（战术：碎片减缓管理；对未来碎片群体的估计；再入轨物体安全管制；对再入轨物体的监测等。）
- C 类. 改进轨道环境：防止在轨物体碰撞所产生之碎片造成连锁反应，将被卸载物体搬离分布密集的轨道区（战术：通过国际合作清除现有大型物体）

本报告介绍了由上述战略界定的各种研究与开放项目的某些专题。

2. 关于近地轨道空间碎片观测技术的研究

日本宇宙航空研究开发机构创新技术研究中心正在开发近地轨道物体观测技术，目的是解决空间碎片问题。该中心 2006 年以来在长野 Nyukasa 山设有一个空间碎片观察站。该观察站有两部望远镜和两架大型电荷耦合器件照像机。

该观察站的主要目的是，开发探测无星表近地轨道碎片并确定其轨道的技术。自 2000 年以来开发了使用多个电荷耦合器件图像探测单个电荷耦合器件图像所无法探测的十分微弱物体的叠加方法。该叠加方法的唯一弱点是，由于必须假定和核对多种可能的路径，因此在探测到其移动方向不明的未见物体时需要有时间分析相关数据。尽管对其移动情况能够以某种方式作出估计的空间碎片是易于探测的目标，但寻找无星表空间碎片是一项费时甚多的工作，而且实际上不切实际。为了减少叠加方法的分析时间，正在开发现场可编程门阵列系统。叠加方法费时最多的部分是计算次图像每个像素的中值。由于现场可编程门阵列是一种电路，因而在简单的计算中便可显示其力量。对于现场可编程门阵列需要有一种较为复杂的简易算法。人们已经发现，将次图像分成具有适当界限的两部分，然后再计算已分成两部分的次图像的总和，由此所得结果则几

乎与叠加方法原有算法完全相同。图 1[2]体现了原始算法和新的算法之间的区别。计算总和比计算中值更为简便，并且十分适合于现场可编程门阵列。此外，两分法本身也将数据的数量压缩至十六分之一，从而大大有助于减少分析时间。为落实这一算法还开发了一个现场可编程门阵列系统。图 2[2] 显示现场可编程门阵列板（由 Nallatech 生产的 H101-PCIXM）。现场可编程门阵列板已经证明能够将分析时间减少至约一千分之一。这是一个巨大的进展。将把现场可编程门阵列板安装在观察站内，并将在近期内用于实际观察。

3. 关于现场空间碎片测量的新型传感器

尤其从工程的角度来看（例如空间系统的设计和运作），测量大型碎片微粒（大于 100 微米）的重要性有所增强。但由于这些大型微粒的空间密度不高，因此难以测量其撞击流量。监测这些大小的传感器系统必须有一个大的测量区域，而在空间环境下加以部署所受限制则要求这些系统保持低质量和低能量，具有稳定性而且对遥测要求不高。现场测量数据将用于：

(a) 核实流星体和碎片环境模型；

(b) 核实流星体和碎片环境演变模型；

(c) 实时检测意料之外的事件，例如在轨道上发生的爆炸（反卫星测试等）。

日本宇宙航空研究开发机构正在开发一个简单的现场传感器，以检测从 100 微米至几毫米大小不等的尘埃微粒。在非传导性材料的薄膜上形成低距传导带。当一个或多个传导带因撞击孔而断裂时便可检测到尘埃微粒的撞击。该传感器易于生产和使用，由于基本上为数字系统，因而几乎不需要做任何校准。发明者开发了传感器原型，并且进行了超高速撞击实验。因此，原型模型已经成功地制造出来，能够使用若干断裂带估算投射体的直径（碎片直径）。

4. 撞击风险监测

日本宇宙航空研究开发机构自 2008 年以来对其它空间物体接近先进陆地观测卫星的情况进行了监测，该卫星为大型地球观察卫星。从美国空间侦察网收到了有关空间物体的轨道信息，这些信息是以两线要素格式提供的。每日进行碰撞风险自动评估，并进行为期 7 天的预测，评估结果经由电子邮件传送。在探测到符合既定标准的会合时，日本宇宙航空研究开发机构便会考虑但可能进行雷达观察，目的是接收有关风险物体的更为准确的轨道信息。如果准确会合评估所确定的碰撞风险依然很高，先进陆地观测卫星便会进行避免碰撞的机动动作。

[2] 由日本提交的载有案文所述图像和附件的原始报告可在秘书处外层空间事物厅网站（www.unoosa.org/oosa/natact/sdnps/2009/index.html）中查找。

日本宇宙航空研究开发机构 2007 年开发了会合评估工具。为了有效地进行评估，上文所述的一连串工序均由该工具实施。该工具设有目视功能，有助于凭直觉了解两个物体如何相互接近的情况。

先进陆地观测卫星迄今进行了一次避免碰撞的机动动作。日本宇宙航空研究开发机构今后将继续监测碰撞风险。

5. 主动清除碎片系统

日本宇宙航空研究开发机构正在研究主动清除空间碎片系统。其构想是，该系统由一架小型航空器（能够由其它有效载荷搭载发射的微型卫星）组成，将占据有用轨道的大量碎片物体转移至该处置轨道。正在调查根据该构想而将电动系流技术作为高效轨道转移系统的情况。可以使用整套电动系流在不需要推进器的情况下降低碎片清除系统的轨道。（见附件）[2]

缅甸

[原件：英文]

[2009 年 11 月 9 日]

1. 导言

空间碎片包括其破片和部分碎片，均为人为物体，而不论能否确定其所有人，也不论这些物体究竟是在地球轨道上还是已重返大气层的稠密层，这些物体已并无实际功能，也无望能够行使或重新行使其预想功能或被准许或能够被准许的任何其它功能。

由于空间碎片环境对空间系统运行的影响越来越重要，为了在未来的飞行任务中最大限度地减少空间碎片的可能性，需要开展国际合作以便逐步拟订适当可行的战略。

凡自主拥有和平使用外层空间的卫星的任何国家，都应进行有关空间碎片的研究，包括碎片测量技术、碎片环境数学建模、空间碎片风险评估和空间碎片减缓措施。

2. 缅甸目前的情况

尽管缅甸十多年以来一直在广泛使用空间技术的各种应用，但空间技术的开发仍处在初期阶段，空间技术基础设施尚未充分建立。已经举行有关空间技术的空间教育和培训班，近年来已着手对空间技术进行一定的研究。

据国家和平与发展理事会主席称，虽然缅甸目前还不是航天国家，但预计仍将通过由科技部领导的空间技术研究与开发活动作出一定的贡献。在私营部门，天文学研究团体通过望远镜进行了空间观测。

缅甸打算推动空间技术开发工作，计划通过国际合作开展空间碎片相关研究，为空间碎片协委会和秘书处外层空间事务厅的技术报告和技术数据作出宝贵贡献。

3. 空间碎片相关研究的各个方面

科学和技术部下属空间研究团体编拟空间碎片问题构想研究报告时，需要研究以下方面的问题：

(a) 测量空间碎片，包括地面测量和天基测量；空间碎片环境对空间系统运作的影响；

(b) 空间碎片环境建模和风险评估；

(c) 空间碎片减缓措施，包括减少空间碎片的长期增长，保护战略以及碎片减缓措施的有效性。

地面测量分为两类测量：雷达测量和光学测量。天基测量包括回收星球表面探测器和撞击探测器，并进行天基碎片测量，然后就大型碎片物体对空间系统运作的影响以及小型碎片物体对空间系统的影响展开研究。

空间碎片环境建模包括建立短期模型和长期模型。在考虑进行空间碎片风险评估时，必须对低地轨道和近地轨道的物体展开碰撞风险评估研究以及对再入轨空间碎片进行风险评估。

关于减少空间碎片的长期增长问题，必须对避免在正常运作情况下产生碎片的问题、预防在轨断裂以及空间物体离轨和再入轨问题展开研究。作为保护战略的一部分，在设计航天器时应当考虑屏蔽和避免碰撞问题。关于缓减措施的各种设想以及缓减措施的费用及其它影响均是碎片缓减措施行之有效所需要考虑的一些方面。

4. 结论

由于缅甸仍然处于空间技术的初期阶段，有必要通过国际合作从科学和技术小组委员会、日本宇宙航空研究开发机构以及欧空局空间物体特点数据库和信息系统获得有关空间碎片的数据以及空间碎片相关研究的数据。如果能够得到关于空间碎片环境测量的这类援助，便会将随后在空间碎片相关研究方面的进展情况提交给委员会和外层空间事务厅。

波兰

[原件：英文]

[2009 年 11 月 25 日]

华沙技术大学正在实施纳米卫星项目，以展示卫星运营阶段后的离轨技术，目的是减少低地轨道上的空间碎片数量。该展示最初计划于 2009 年 11 月进行，但由于在韦加发射器开发方面的延迟而推迟到 2010 年秋季进行。该领域

的活动由波兹南的亚当－密茨凯维支大学与波兰科学院空间研究中心合作进行。

泰国

[原件：英文]

[2009 年 11 月 24 日]

应当鼓励有经验的空间机构展开合作，以便加强空间界相关数据和技术的交流与分发。以后在开发卫星时应当顾及该信息。