



Distr.: General
4 December 2002

Chinese
Original: English/Russian

和平利用外层空间委员会

各国对空间碎片、有核动力源的空间物体安全以及
有关这些物体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.....	1
二. 从会员国收到的答复.....	2
芬兰	2
伊朗（伊斯兰共和国）	2
乌克兰	3
大不列颠及北爱尔兰联合王国.....	3

一. 导言

1. 大会在其 2002 年 12 月 11 日第 57/116 号决议第 32 段中认为，会员国有必要进一步注意空间物体，包括那些有核动力源的空间物体，与空间碎片的碰撞问题以及其他空间碎片方面的问题；要求各国继

续开展有关这方面问题的研究，改进空间碎片监测技术和空间碎片数据汇编与传播技术；还认为应在可能的情况下向和平利用外层空间委员会科学技术小组委员会提供这方面的信息；并一致认为需要加强国际合作，扩大适当的和承担得起的战略，最大限度地减少空间碎片对未来空间飞行任务的影响。

2. 科学和技术小组委员会第三十九届会议请成员国继续报告本国就空间碎片、有核动力源的空间物体安全以及与空间碎片碰撞的问题进行研究的情况（A/AC.105/786，第 113 段）。在 2002 年 8 月 8 日的普通照会中，秘书长请各国政府在 2002 年 11 月 15 日前提交这方面的任何信息，以便能在科学和技术小组委员会第四十届会议上呈交小组委员会。本文件是由秘书处根据从会员国收到的信息起草的。

二. 从会员国收到的答复

芬兰

[原件：英文]

芬兰正在开展多种空间碎片研究和应用活动：

- (a) 2001 年 10 月发射了由 PROBA 卫星运载的 DEBIE 空间碎片传感器和数据处理器；
- (b) 此后，DEBIE 在国际空间站上飞行，运转正常；
- (c) 在拉普兰利用欧洲不相干散射雷达（证实的能力：1-cm 和更大的物体）进行了低地球轨道空间碎片调查；
- (d) 奥卢大学/索丹基拉地球物理观测站与欧洲航天局（欧空局）欧洲空间业务中心签订了合同，为其开展研究，测量小型空间碎片；
- (e) 图尔库大学利用欧空局在加那里群岛设置的望远镜对对地静止轨道空间碎片进行了调查。

伊朗（伊斯兰共和国）

[原件：英文]

由于人类航空航天活动对地球环境健康的影响，最近几十年来空间碎片已成为一个问题，对轨道航天器、空间平台和在低地球轨道作太空行走的宇航员构成了严重威胁。航空航天研究所轨道碎片研究小组空间标准和法律研究组，正在研究诸如与轨道碎片有关的分类、特性、跟踪和法律等课题。数

学模拟、碰撞概率函数和危险分析都可能是该组研究的课题。

乌克兰

[原件：俄文]

1. 乌克兰国家航天局同其他国家一样关注人为的空间碎片造成的危险，并将消除近地空间碎片看成是一项最紧迫的任务。该空间局意识到这个问题的全球性，现正积极参与实施机构间空间碎片协调委员会(IADC)采取的措施。
2. 根据机构间空间碎片协调委员会第十八届会议的建议，乌克兰正在开展一系列有关空间碎片问题的研究，其结果已在 2001 年 3 月的第 3 次欧洲空间碎片问题会议和机构间空间碎片协调委员会定期会议上作了介绍。
3. 乌克兰还考虑采取措施，防止在乌克兰正在使用或正在更新和设计的运载火箭在近地空间制造碎片，这主要是指 Zenit-2, Zenit-3SL, Dnieper-1, Dnieper-M, Tsyklon-3 和 Tsyklon-4M 等运载火箭。

大不列颠及北爱尔兰联合王国

原件：英文

一. 导言

1. 英国国家航天中心(BNSC)在联合王国空间战略报告(1999-2002 年)中概述了该中心对解决空间碎片问题作出的持续承诺。一项主要目标是同其他也在研究空间碎片威胁的机构进行协调。在这方面，国家航天中心通过联合王国空间碎片协调小组对在大不列颠及爱尔兰联合王国开展的活动进行协调，并确保通过欧空局中心网空间碎片协调小组，使这些活动同欧空局及其成员国的活动相统一。国家航天中心通过加入机构间空间碎片协调委员会，积极谋求就各种空间碎片问题达成较广泛的国际协议。它还支持和平利用外层空间委员会的相关工作方案。
2. 全国会议为协调在联合王国开展的所有碎片研究活动提供了论坛，以利于研究人员交换信息和意见，并增加合作机会。联合王国空间碎片协调小组在过去的一年里曾两次(2001 年 11 月和 2002 年 9 月)与联合王国参与此项工作的大多数业界和学术界研究小组举行会议，其中包括 Astrium 有限公司、英国地质勘测研究(地磁小组)、世纪动力、国防部、观测科学有限公司、开放大学、牛津布鲁克斯大学、QinetiQ 有限公司、萨里卫星技术有限公司、伦敦大学学院以及克兰菲尔德大学和南安普敦大学。

3. 欧空局空间碎片协调工作目前由空间碎片中心网负责进行，该网络涉及到意大利航天局、英国国家航天中心、法国国家空间研究中心及德国航空和航天中心，所有积极参与空间碎片研究的欧空局成员都可参加。

4. 机构间空间碎片协调委员会是一个旨在促进在碎片问题所有方面加强合作的国际论坛。特别是，该组织内所作的努力主要集中在就建议的减少空间碎片做法达成协议，这些做法是以对空间碎片问题进行有效的技术分析为基础的。在过去的一年里，联合王国参加了机构间空间碎片协调委员会第 20 次会议，这次会议是 2002 年 4 月在萨雷大学由英国国家航天中心主办的。该委员会第 21 次会议将于 2003 年在印度班加罗尔由印度空间研究组织主办。

5. 联合王国在碎片研究方面具有很强的能力，英国国家航天中心经常要求它提供公正的技术支持和建议。在过去的一年里，联合王国的一些组织开展了各种研究和开发活动，现概述如下：

二. 碎片群的观察与测量

A. 碎片观测活动

6. 国防部在观测科学有限公司的支助下，参加了 2001-2002 年机构间空间碎片协调委员会碎片搜索活动，这项活动包括调查研究使用地理上分散的望远镜同时搜索碎片的效果。这两项任务主要是在空间和对地静止轨道上，利用被动成像计量传感器（PIMS）望远镜网进行观测。使用 PIMS 望远镜观测到的物体有自己的轨道，这些轨道已报告给机构间空间碎片协调委员会活动协调员。研究表明，利用地理上分散的望远镜进行观测所产生的视差大大提高了根据对碎片短时观测（观测工作的主要模式）所确定的轨道精确度，而且对编制更详细的空间和对地静止轨道碎片目录是一项积极的贡献。

B. DEBIE 现场空间探测器

7. 2001 年底发射了由开放大学、欧空局和 Finavitec 公司联合开发的 DEBIE，这为评估极地轨道的微粒环境提供了机会。PROBA 卫星上的两台探测器已开始试运行，而且开放大学也已着手进行数据分析。进一步的工作通过 Unispace-Kent，在欧空局的合同范围内分包给了德国的 eta-max 公司，该公司将对探测器的反应进行特性描述，以便更好地将数据与粒子参数相联系，从而更新空间环境模型。

C. 超高速碰撞设施

8. 继开放大学新的超高速碰撞实验室落成后，一种新颖的 2 级光气枪已进入组装阶段。这一设施将毫米级抛射体的速度加快到了空间碎片的典型速度，被用于对探测器反应和碎片损害进行评估。它可以

水平发射也可以垂直发射，适用于浮尘和流体目标。该设施是对上述实验室中的微粒设施的补充，实验室安装了以前肯特大学曾用过的 Van de Graaf 发生器，此装置目前正在整修和试运行中。我们曾用一台次级 Van de Graaf 发生器模拟过流星对诸如 Cassini 仪器等微型碎片探测器的影响，在重新投入运行后，该设施将用来接收利用 EXPRESS II 卫星上的 GORID 在对地静止轨道上探测到的模拟异常信号。此类探测可能会弄清一种高带电粒子环境和与运载火箭发射相关的尘流。

D. 流星和碎片判别

9. 在过去的一年里，我们在牛津布鲁克斯大学的合作下，检查了暴露在低地球轨道环境下的多个被检索表面，以研究超高速碰撞所造成的影响，并进一步确定微型粒子群的特性。这项工作主要包括第一次对暴露在 Mir 上的合成纤维-玻璃和化纤覆盖层进行的详细调查。此外，有两个机构参与了低成本、可再利用的被动粒子收集器的研究和开发，以及对实验室碰撞表面的分析，在 XMM-牛顿 X 射线观测站对潜在的碰撞事件进行了模拟。最近还与帝国科学、技术和医学院合作开展了着重于新分析技术的使用研究，以便更好地判别和解释因超高速碰撞所产生的留存在太空的抛射体碎片。在整个一年中，我们积极参加了全国性和国际性会议，将所获得的知识贡献给全世界的碎片研究界。

三. 建立碎片环境模型

10. 建立碎片环境模型，表明它的长期演变及其给今后可能使用的空间系统造成的潜在危险，这仍将是联合国碎片研究人员的主要活动。经常向近地空间输入新的物质所造成的影响以及由此给碎片环境带来的后果也是关键的研究领域。

A. 对机构间空间碎片协调委员会环境和数据工作组的支持

11. QinetiQ 继续代表英国国家航天中心积极参与机构间空间碎片协调委员会环境和数据工作组的工作。这包括担任机构间空间碎片协调委员会第 20 次会议工作组主席，以及提供大量投入，促进就低地球轨道空间系统完成飞行任务后的处置和与小型卫星有关的碎片问题开展国际合作研究。作为这些研究的结果，大家就建议的低地球轨道物体完成飞行任务后的生命周期以及小型卫星群对环境的长期影响达成了普遍的共识。

B. 更新欧空局的 MASTER 模型

12. 欧空局建立的长期碎片演变模型正在由 QinetiQ 作进一步更新，它是欧空局 MASTER 模型开发项目的一部分。DELTA 模型用来向 MASTER 提供对未来碎片群的预测，以便实施今后许多不同的空间飞行方案。对那些碎片群预测的利用使 MASTER 具有了一种新的评估能力，使它能够评估出今后 50

年碎片碰撞将给用户界定的空间飞行任务日益造成的风险。在该项目实施期间，QinetiQ 小组在欧空局 DELTA 模型的正确度和精确度方面作了许多重大改进。最重要的是将低地球轨道未来碎片流体环境的高分辨率四维模型扩大到了中地球轨道和对地静止轨道的高空地区。其他重要事件包括吸收作为未来碎片源的固体火箭发动机排出的粒子和更新卫星分离模型，使其成为现有最新最精确的模型。后者的开发推动和改善了 DELTA 长期碎片群推测与其他长期碎片演变模型推测的比较。

C. 建立对地静止轨道地区模型

13. 在 2001-2002 年间，QinetiQ 的主要研究重点是对地静止轨道的碎片环境。它开发了一种工具，协助根据 1986 年《外层空间法》实施国家地球静止卫星发射许可证办理程序，并为此评估由卫星引起的碰撞危险和责任风险。由 QinetiQ、ESYS 和 OHB 系统及荷兰空间机构组成的一个国际小组接受了欧空局的合同，对商界，主要是政府经营无人驾驶航天器的情况进行研究，以从对地静止轨道上消除危险物体。题为对地静止轨道自动修复器（ROGER）的项目包括通过分析，具体说明对地静止轨道的使用和占用情况，以及用于评估未来卫星运行对地球静止环境的影响的工具。在欧空局 ROGER 项目的协助下，还对使用空间望远镜观测小型对地静止轨道碎片群的情况进行了初步调查。最近升级的 IDES 模型（联合王国国防部）在南安普敦大学的合作下完成了进一步的测试和性能鉴定程序，并被用于审查整个地球轨道碎片环境的长期演变。

14. 在过去的一年里，南安普敦大学在工程和物理科学研究理事会的资助下不断开发了它的长期环境模型——“地球同步环境碎片分析和监测系统（DAMAGE）”。DAMAGE 的某些关键部分已经完成并通过了性能鉴定。这些部分包括半分析轨道传播器、分离模型以及爆炸和发射交通未来事件模型。另外，正在努力建立一种有效而精确的碰撞风险算法。预计明年能提供由 DAMAGE 进行的未来环境预测。

15. 在同一时期，南安普敦大学还不断努力开发了新的空间碎片云传播器，以广泛加快高地球轨道，特别是对地静止轨道上的碎片云传播速度。快速碎片云传播器（FCP）的工作是传播整片的碎片云，而不是按较为普遍的做法，一点一点传播所有碎片或假碎片。FCP 方法为许多不同的分离方案精确地再现了碎片云。像许多广泛使用的分离模型那样，它可以应用于各种轨道类型，测试的传播时间高达 100 年。计算效率随着被传播的碎片数量和传播时间而提高。对地静止轨道上低速碰撞所产生的碎片云（产生大约 6000 碎片）能传播 100 年，传播速度也会大幅提高，约为常规传播器传播速度的 75 倍。目前正在从事提高模型速度和精确度的工作。这项工作已于 2002 年 10 月在美利坚合众国休斯顿召开的世界空间大会上作了介绍。

D. 建立空间范围与碎片环境互动模型

16. 去年在南安普敦大学开展的另一项研究主要涉及空间范围，包括它们与轨道碎片环境的互动。其重点是制定新的空间范围风险评估方案（TRAP），研究空间范围与自感应碎片环境之间的互动。该模型采用了“概率连续统动态（PCD）”方法，这种方法能精确确定碰撞和空间分离范围概率。此项研究已在 2002 年 10 月向世界空间大会递交的文件中作了介绍。

四. 航天器碎片的防护、评估和避免碰撞

17. 对超高速碎片碰撞风险的评估和保护航天器不受碰撞是联合王国正在积极研究的另一个领域。

A. 对机构间空间碎片协调委员会防护工作组的支持

18. QinetiQ 继续代表英国国家航天中心积极参与机构间空间碎片协调委员会防护工作组的工作，并将在今后两年担任工作组主席（包括该委员会第 21 和第 22 次会议）。工作组正在开展的一项主要活动是出版一本防护手册，手册将包括与航天器碎片风险评估和防护有关的技术信息和指南。工作组主席目前正在牵头开展这项活动。

B. 建立卫星抗毁模型

19. QinetiQ 继续利用 SHIELF 软件模型评价无人驾驶航天器设计在碎片环境中的抗毁问题，并提出了具有成本效益的适当防护战略。特别是，为量化碎片碰撞、渗透和故障风险，在具有代表性的 MetOp 航天器三维模型上进行了模拟，该航天器定于 2005 年发射。此项评估还有助于识别航天器设计中最薄弱的部分，从而指出哪些地方最需要加强防护。

20. 目前 SHIELD 受到的限制在于其损害评估算法不够精确，这是因为资料中缺少可使用的数据。不过，预计这个问题能通过 QinetiQ 参与最近授予的欧空局合同加以解决，此合同是由德国 Ernst Mach 研究所牵头签订的，合同的重点是描述主要航天器设备对碎片和流星碰撞作出的反应。我们将实施一项广泛的碰撞测试计划，从中可以得出损害方程并将其纳入 SHIELD。有了这些新的方程，SHIELD 就能对典型的低地球轨道航天器的抗毁性作出更精确的评估。

C. 对超高速碰撞的数字模拟

21. 世纪动力继续向世界各地的空间界出售 AUTODYN 爆炸流体动力学区计算机软件并提供这方面的支持。将 AUTODYN 用于空间碎片研究的客户包括美国国家航空和航天局、欧空局、日本国家空间发展局、Alenia、欧洲宇宙防御和空间公司以及 Traunhofer 高速动力学研究所。为欧空局和 Alenia 开展

的大型研究在过去一年里已经完成。研究包括利用 AUTODYN 来确认 Columbus 屏蔽设计的弹道限制范围。

22. 为欧空局开展的新研究项目业已启动，该项目旨在进一步改进用于建立超高速碰撞模型的复合材料模型。世纪动力也在使用 AUTODYN 为欧空局和英国国家航天中心/Astrium 进行三项研究。这些研究与以下三个方面有关：(a)对蜂窝式卫星结构的影响；(b)对碳基（碳纤维加强塑料）卫星结构的影响；和(c)对 XMM-牛顿飞行任务镜头的大倾斜度影响（85 和 89 度）。

23. 世纪动力最近还协助伦敦大学学院利用 AUTODYN 研究了小行星碰撞对地球的影响。

D. 对材料的超高速碰撞

24. Astrium 就航天器材料对超高速碰撞的反应开展了研究。这包括无人驾驶航天器的屏蔽设计。这项工作是在世纪动力、肯特大学、剑桥大学、开放大学、牛津布鲁克斯大学和克兰菲尔德大学的配合下进行的。

25. 肯特大学继续使用它的光气枪，目前此装置发射抛射体的速度已高达每秒 7.5 公里。该大学研究了碰撞对薄金属膜的超高速渗透（这是碰撞速度的一种作用），以及由此产生的物质是如何作为目标后面的浮云向外扩散的。

E. 碰撞风险与风险避免

26. Altrium 还为运行在低地球轨道、对地静止轨道、地球静止转移轨道和太阳同步轨道上的航天器建立了碰撞风险与风险避免模型。

五. 减少碎片

A. 更新《欧空局减少空间碎片手册》

27. 2001-2002 年 QinetiQ 碎片研究活动的重点，是在欧空局欧洲空间行动中心和德国 eta max 公司的合作下编写第二版《欧空局减少空间碎片手册》。QinetiQ 对以下各章作了重大更新：未来空间碎片环境；减少空间碎片措施的长期效用；碰撞对空间飞行任务构成的危险长期预测；减少碎片标准和准则的审查；空间系统完成飞行任务后的脱离轨道；航天器的保护。现正使用欧空局 DELTA 模型对低地球轨道和对地静止轨道上碎片环境的长期演变开展各种新的研究。由此进行的分析导致确定了一系列具有成本效益且强有力的减少低地球轨道碎片的措施，同时还对机构间空间碎片协调委员会关于地球静止圈上空间系统重返轨道的准则进行了评价。另外还研究了长期碎片群预测对模型假设变化的敏感性。

这些特定的课题将发表在提交世界空间大会空间研究委员会 2002 年 10 月第 34 次科学大会的文件上。

B. 减少碎片的准则和标准

28. 编写“减少碎片准则”文件是过去一年中机构间空间碎片协调委员会的主要活动。英国国家航天中心和 QinetiQ 在此项工作中发挥了积极作用，并将向和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会第 40 次会议提交该文件。

29. 英国国家航天中心也是制定欧洲空间碎片安全和减少碎片标准的主要贡献者。QinetiQ、Astrium 和萨里卫星技术有限公司在过去的一年里都参与了这项工作，对标准草案发表了行业观点。欧洲各空间局之间的协议大多已经达成，目前工作的重点是满足业界及欧洲和国际标准机构的需要。

30. 另外，Astrium 减少空间碎片的工作已集中在制定一系列工程实施标准上。