



和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第四十届会议
2003年2月17日至28日，维也纳
议程项目10
空间碎片

2002年俄罗斯联邦国家空间碎片研究报告

1. 俄罗斯联邦在进行其空间中，特别重视对防止技术上产生的环球空间污染问题的试验研究。
2. 在俄罗斯，空间火箭系统的主要运营机构和开发机构是俄罗斯航空航天局（俄空局），俄空局在俄罗斯联邦的联邦空间方案框架内开展其活动。
3. 俄空局认为，面临技术上产生的环球空间污染现象，最迫切的问题是确保空间飞行安全，以及减少空间物体失控进入稠密大气层和落在地球上的危险。为了进一步推动这些研究的趋势，俄空局发布机关文件，促进对减少技术上产生的空间污染和提高现有空间活动安全问题进行的研究取得进展。
4. 为了解决这些问题，俄罗斯正在进行科学研究和项目设计研究。这些研究的重点是：
 - 对包括地球静止轨道区域在内的环球空间进行环境监测；
 - 制作包括地球静止轨道在内的环球空间污染模型；
 - 制作一套单独的计算机系统（硬件/软件），从数据上迅速分析空间物体危险的飞行接近、失控进入稠密大气层或落降在地球上；
 - 研制适当的方式方法，保护航天器和轨道站避免受到空间碎片超速粒子的影响；
 - 研制和采取措施，以减少空间和地球静止轨道的污染。
5. 俄罗斯各有关组织在这些领域进行的研究所取得的基本结果如下。



6. 经过俄罗斯空间监测系统中心进行的雷达测量，汇编和保持了一份观察目录，其中列有所观察到的在最高达若干千公里高度上的体积大于 0.2-0.3 米的物体。该目录中目前列有近 7,000 个空间物体的资料，从而可以对较大空间物体相撞和落降于地球进行预测，并对环球空间中发生的事件进行事后分析。目前还正在汇编一份含有 6,000 多个条目的地球静止轨道空间物体目录。
7. 俄罗斯科学院的各部门正在对地球静止轨道中的空间碎片进行光学和雷达观测，空间物体数据库正在制作中。目前正在借助耶夫帕托里亚深空中心的 70 米天线，对地球静止轨道和高空椭圆轨道中的空间碎片进行雷达测试试验。利用该中心的发射器，借助低频甚长基线干涉测量网项目的接收天线，为雷达成功发现地球静止轨道和高空椭圆轨道及 12 小时轨道中的物体提供了便利。
8. 相当注重研制和改进模型，演示技术上产生的环球空间和地球静止轨道污染。在关于低轨道空间物体的新试验数据基础上，改进了关于技术上产生的体积超过 1 毫米的物体的空间分布中期和长期预测统计模型，从而促成建立了计算机空间碎片预测和分析模型。
9. 目前正在进行研究和实验设计项目，建立一个关于环球空间中技术上产生的物体或天然物体的资料自动收集和处理系统，以便能够估测当前环球空间中的污染状况和预测危险或紧急情况。由中央工程研究所利用飞行任务控制中心的资源制作的一项技术设计，得出了关于计算机跟踪各种航天器及和平号空间站进入大气层的宝贵试验数据。
10. 在国际空间站俄罗斯段进行的防护罩研究中，研制了各种防护罩，其中包括：
 - 以一种玄武岩纤维布总成的非共形防护罩（所谓“伸缩翼”）；
 - 对接仓圆锥形部分的共形保护罩；
 - 经由计算验证的保护罩设计上的成功。
11. 根据渗透危险对航天器各部分提出了通用型多层保护结构。
12. 所取得的成果可用于各种航天器和轨道站的设计。
13. 正在通过测定运作条件下空间碎片粒子造成的壁面撞击孔和恢复某种程度的密封但允许较低质量的流动（10-20 公斤），对保护罩的设计进行研究。
14. 限制环球空间中技术上产生的污染问题正在受到相当的重视。
15. 目前，联盟 2 号和质子 M 号改进型运载火箭被视为俄罗斯运载火箭系统的主力基本运载火箭。为了减少轨道中积累的运载火箭末级，所提出的建议是在联盟 2 号第三级（一号装置）上研制一种试验性被动制动系统，希望能在弹道运行期实现把用完的一号装置减少五至六倍，基本上完全排除其在轨道中的积累。在另一个基本运载火箭质子号的运行中，用完的末级因为其无动力方式下短距离飞行而不发生积累，质子号被推入最高达 200 公里的更高轨道。

16. 正在改进运载火箭各级与航天器及其构件的分离系统（将爆炸螺栓限制在特殊装置内，防止其爆炸产生的碎片落入空间环境；烟火装置系统改为封闭式机械装置，等等）。
17. 质子号和新的商业发射用 Zenit-3SL（天顶号 3SL 系列）运载火箭（海上发射项目）的 DM 顶级上，现在采取了特别措施，在与航天器分离之后，耗尽燃料箱中的推进剂残块和加压气体，以确保顶级的安全脱离和防止其在无动力飞行期间的毁损。在一系列航天器发射中，为了防止发生爆炸，自 1996 年开始，（SOZ（中地轨道）发动机）不再分离两个发动机点火系统和同时通过消能稳定体系完全燃尽其燃料（迄今已对 21 次运载火箭的发射实施了这一操作），自 1997 年起，已预定以剩余推进剂对运载火箭的主推进系统进行第三次点火发动，以确保加速脱离轨道和沉降落入水中（已在三次运载火箭发射中如此操作）。这些措施主要在尚存剩余动力的商业发射中实施。
18. 在 DM 运载火箭的改进型上，实施了一整套全面措施，减少任何发射中附带的对环球空间的污染。在实施消能和其他操作方面，该运载火箭上以高毒性自燃推进剂为燃料的辅助 SOZ 发动机已计划由可重新使用的发动机取代，后者以基本单位推进剂为动力，与其主推进系统紧密结合一体。
19. 新的 Fregat、Briz-M 和 KVRB 末级，在设计上具有可脱离工作轨道和随后消能的功能。
20. 之所以有必要在用完的空间物体的工作寿命结束后将其转移到坟场区，最具体的原因是为了减轻地球静止轨道区域中技术上造成的污染。根据机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）的建议与航天器和运载火箭技术文件的特别规定，坟场区的低限必须至少比地球静止轨道高 200 公里。
21. 对于用完的空间物体，使用火箭推进剂残块进行清除（Ekran（荧光屏）31，Ekran（荧光屏）M12，等等）。在 SESAT、Ekspress-A 和其他新空间物体的设计工作中，为确保将航天器从静止轨道转移至坟场区，已计划预先提供一些必须根据关于该用途具体指令而耗尽的特别燃料储备。因此，如果航天器发射质量低于 2,600 公斤，移至 200 公里高度的氩消耗量为 84-124 公斤，占燃料负荷需求总量的 1.3-1.6%。
22. 关于末级，在将航天器发射至地球静止轨道时，其立即被置入“存储”区或低于静止轨道的轨道。航天器与末级脱离后，借助于自身的推进系统进入静止轨道。
23. 目前尤其重视增加各种备选办法，通过用作随载校正推进系统的电动火箭助推器进行机动操作，将航天器清除脱离工作轨道。校正推进系统不同于液态喷气助推器之处在于其大大节省了火箭发动机推进剂的消耗量。一些俄罗斯航天器及通用空间平台上已在使用此类电动助推器以校正航天器轨道并在轨道上下间转换时给航天器提供推力。
24. 还尤其重视编写有关下述方法和技术标准的文件：
 - (a) 拟订了俄空局机关标准并在火箭和空间商业部门加以实施；

(b) 《空间技术项目：限制环球空间技术上造成污染的一般性要求》规定，开发空间资源的技术工作必须考虑这类要求；项目设计和用途的另一份文件申明了用于落实这类要求的所有各项措施和技术解决办法；

(c) 《空间技术项目：保护空间资源免受自然和技术来源的粒子撞击的一般性要求》（此项标准定于 2003 年 7 月 1 日生效）；

(d) 编写了题为《技术上造成的粒子流在环球空间的时空密度分布模型》国家标准初稿；

(e) 对为了限制环球空间技术上造成的污染而采取更为有效的行动，尤其是在飞行任务结束时将航天器从地球静止轨道转移至存储轨道并将低轨道航天器转移至飞行寿命不超过 25 年的轨道的可能性进行了评估。

25. 2003 年颁布了俄空局机关标准——《空间技术项目：保护空间资源免受自然和技术来源的粒子撞击的一般性要求》。在编写《提供保护免受空间碎片粒子撞击的参考准则》（《保护手册》）方面已做了大量工作。

26. 俄空局、俄罗斯国防部、俄罗斯科学院及俄罗斯其他机构和组织的代表积极参与了空间碎片协委会文件草稿“减少空间污染工作安排准则”的编写工作，这份文件草稿对发展空间活动可能会产生深远的影响。

27. 这份文件草稿反映了国际社会对于空间碎片在环球空间造成的威胁有增无减尤其是威胁到国际空间站的情况日益关注，文件草稿是朝着拟订一项国际协定，对涉及环球空间中技术上造成污染的活动订立足以严格的标准而迈出的第一步。

28. 为了颁布这份文件，必须首先通过协商解决众多技术问题、监管问题和法律问题，采取渐进、平衡的方式落实文件中所载有关世界空间活动的原则。尤其必须编写一整套单独的国际文件，以确定：

(a) 环球空间和地球静止轨道技术上造成污染的严重程度；

(b) 关于限制环球空间技术上造成污染的原则；

(c) 关于妥当使用航天器避免导致环球空间中技术上造成的污染发生任何增加的规则；

(d) 监测与环球空间发生技术上造成的污染有关的事件，尤其是在使用实际无法看见的毫微、微微和毫微微卫星时发生的事件，以及有关此类事件的资料交换程序。

29. 为此，俄罗斯联邦认为，法律小组委员会现在即着手研究关于限制环球空间中技术上造成的污染问题所涉的法律方面，尚为时过早。

30. 本文件附件载有以表格形式列出的关于新减缓技术的介绍。

|