



和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第五十届会议
2013年2月11日至22日，维也纳
临时议程*项目[...]
在外层空间使用核动力源

俄罗斯联邦空间局和国家原子能公司“Rosatom”在和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会研讨会“《外层空间核动力源应用安全框架》：目前和计划中的应用及挑战”上的联合发言**

1. 《联合国外层空间核动力源应用安全框架》指出，“根据目前的知识和能力，空间核动力源是为一些空间飞行任务提供动力的唯一可行的能源选择，也是大大提高其他飞行任务动力性能的唯一可行选择。若不使用空间核动力源，一些正在实施和预计实施的飞行任务将无法进行”。
2. 俄罗斯专家完全同意上述观点，认为需要强调反应堆核动力源在进一步发展空间探索中的特别作用。反应堆核动力源是苏维埃社会主义共和国联盟与美利坚合众国在上个世纪开创的，并成功应用于空间，直至1980年代结束时。
3. 俄罗斯专家认为，以最新技术为基础并结合建造核动力推进器从而在空间使用反应堆核动力，对于解决近空和深空目前和未来的难题以及在二十一世纪开展空间探索至关重要。
4. 在空间使用反应堆核动力而不使用太阳能动力的主要优点包括如下：
 - (a) 反应堆核动力源产生电能不取决于轨道上的光线、空间飞行器的方向或与太阳的距离，从而使得深空飞行任务得以进行；

* A/AC.105/C.1/L.[...].

** 本文件以 AC.105/C.1/2012/CRP.6 号会议室文件为基础。



- (b) 有可能确保航天器上供能系统的大功率输出；
 - (c) 有可能使用高效率的等离子发动机；
 - (d) 过渡到最新技术的高效率能源和具有成本效益的空间运输系统。
5. 根据以上考虑，并按照俄罗斯经济现代化和技术发展事务总统委员会的一项决定，目前正由俄罗斯联邦空间局（俄空局）和国家原子能公司“Rosatom”牵头由一个俄罗斯企业群体在合作框架内开展一个创新项目，建造一个装有兆瓦级核动力推进器的运输供能舱。
6. 项目的主要阶段是：
- (a) 2012 年拟订核动力推进器和运输供能舱的初步设计；
 - (b) 2018 年准备运输供能舱进行设计试验飞行。
7. 运输供能舱将对广泛的主要现实难题提供有效的解决办法，从而对空间探索和科学以及对促进社会经济进步作出贡献。
8. 第一代空间反应堆核动力源使用热电（例如 Buk 型反应堆）和热离子（例如 Topaz 反应堆）转换器将热能转换为电力，在俄罗斯联邦建造和安全使用这种反应堆的广泛经验基础上，目前正在实施兆瓦级核动力推进器运输供能舱的研制项目。
9. 载有一种电力输出能力为 5 千瓦的 Topaz 反应堆核动力源和电动火箭推进器的两颗 Plasma-A 号卫星于 1987 年发射进入轨道。
10. 早在 1960 年代，在建造第一代反应堆核动力源的空间飞行器的初始阶段，苏维埃社会主义共和国联盟就已研制了确保飞行器运行期间核安全和辐射安全的解决方案。
11. 这些解决方案随后获得和平利用外层空间委员会的核可，并载入联合国大会 1992 年通过的《关于在外层空间使用核动力源的原则》。
12. 在努力确保空间反应堆核动力源运作安全期间，研发并部分实施了将核动力源与地球生物圈隔离并在其紧急返回地球时进行弥散的方法。
13. 应当指出，俄罗斯联邦还拥有建造和安全操作航天器上放射性同位素核动力源的经验。放射性同位素核动力源用于移动式月球实验室 Lunokhod 上。俄罗斯专家成功解决了在核动力源以第二宇宙速度（逃逸速度）紧急返回地球时如何保持内装放射性同位素材料的所有封闭管完好无损。
14. 俄罗斯专家正在研制完全符合关于空间核动力源各项国际建议的运输供能舱和兆瓦级核动力推进器原型。他们还正在遵照国家联邦法律进行其关于建造运输供能舱的活动，这些法律包括《空间活动法》、《使用原子能法》、《保护公众避免辐射法》、《环境保护法》、《环境评估法》，以及《辐射安全标准》和《辐射安全基本公共健康条例》等法规。
15. 俄罗斯联邦关于使用原子能的所有法律和条例与国际文书完全一致。

16. 由和平利用外层空间委员会空间委员会起草并经由联合国大会核准的关于确保空间核动力应用安全的两项文书具有特别重要性：《关于外层空间使用核动力源的原则》和《外层空间核动力源应用安全框架》。
17. 上述文书虽然不具有约束力，但俄罗斯专家在研制运输供能舱和兆瓦级核动力推进器时严格遵守了这些文书。这反映在项目的参数范围上。
18. 《安全框架》中指出，可预见的空间核动力源应用包括“……用于供电和提供推进的核反应堆系统”。因此，正在充分遵照联合国的各项相关建议研制运输供能舱，其中包括一个核动力设施和由该设施供电的巡航推进系统，设计目的是为了推进航天器并对其所有系统供电。
19. 正在开展的关于建造运输供能舱的工作充分遵循《安全框架》规定的如下根本目标：“根本安全目标是保护地球生物圈中的人员与环境，使其免受空间核动力源应用相关发射、运行和寿终阶段随带的潜在危害。”
20. 为实现这一根本安全目标，《安全框架》中规定的指南分为三类：
- 政府指南
 - 开展空间核动力源飞行任务活动组织的管理层人员指南
 - 技术指南
21. 政府职责包括：制订安全政策、要求和程序；确保这些政策、要求和程序得到遵守；确保在与其他备选办法进行权衡时，使用空间核动力源有可接受的理由；制订飞行任务发射审批程序；以及确保防备和应对紧急情况。
22. 与研制运输供能舱和核动力推进器相关，并考虑到各项相关国际文书的规定，目前正在对俄罗斯联邦的国家条例进行更新。这些条例包括：
- 空间核动力装置的一般安全规定
 - 空间核动力装置核安全条例
 - 确保空间核动力源辐射安全公共健康条例
 - 关于空间核动力装置安全评估报告内容的要求
23. 《安全框架》指出，参与空间核动力源应用活动的各组织的管理层应当遵守政府安全政策、要求和程序，以达到根本安全目标。
24. 管理层的职责包括确保为安全目的提供充分资源，在本组织的各级推广和维持一种严格的安全文化，以及向公众提供相关、准确和及时的信息。
25. 实施了为达到这些要求所需的措施，包括成立一个由参与运输供能舱项目的各企业负责人组成的委员会，以及在建造和操作供能舱期间负责协调有关采用技术解决办法确保核安全和辐射安全的各项活动的工作组。
26. 这些小组包括参与项目的所有各实体的主要专家。通过大众媒体及时向公众提供信息。

27. 《安全框架》规定，在最初的设计和研发阶段以及在所有飞行任务阶段始终需要考虑到核安全，这方面所规定的指南构成俄罗斯联邦为研制运输供能舱及其核动力推进器目前正在开展的工作的基础。
28. 在设计运输供能舱及其各组成部分以及在进行试验和评估核安全和辐射安全时，将借鉴研制核动力火箭发动机和上一代空间核动力装置的经验。
29. 在运输供能舱达到足够高度的运行轨道或被导入行星际流轨之前，将不会使核动力推进器反应堆达到临界状态。核反应堆在建造方式上可确保在进入运行轨道或行星际流轨之前如果发生任何可能的事故，包括运载火箭爆炸、重返大气层、撞击地面或落入水中、潜入水下或反应堆核心入水，核反应堆保持处在一种次临界状态。
30. 正在考虑送入核安全轨道失败时使用一个特殊装置让运输供能舱脱轨的系统所可能采用的各种备选方法。
31. 为核反应堆进入运作时运输供能舱达到的初始轨道所选定的高度反映了尽可能确保最大限度安全的准则。在运输供能舱及其核动力推进器目前的设计阶段，选择了足够高度的轨道作为初始轨道和供能舱在以轨道间转移方式运行时可以返回的轨道。因此，操作安全优先于操作效率。
32. 初步分析表明，运输供能舱最低高度应当是在 800-1,000 公里区域——即近地空间碎片密度最大的区域之上。因此，为了遵循最大限度减少其他空间物体碰撞几率的准则，正在考虑 1,200-2,000 公里的高度作为运输供能舱飞行可能的最低高度。
33. 关于使用运输供能舱作为轨道间转移工具的一部分以便将有效载荷舱送入地球静止轨道，研制了可如此使用的一种系统，杜绝对地球上人口造成危险的任何可能性。如果供能舱如此使用，转移工具运行轨道的最低高度即应当不低于 1,200 公里。可通过选择发射日期和供能舱实行转移所使用的轨道间流轨，并通过使用供能舱携带的推进器执行逃逸机动，在来往于地球静止轨道沿途的任何一点避免供能舱与已登记的构成空间碎片的物体之间发生碰撞。在将最后有效载荷舱送入地球静止轨道之后，运输供能舱将被发送至位于地球静止轨道之上 300-500 公里处的一条墓场轨道，从而实质上杜绝了运输供能舱落至地球的风险。
34. 由于新一代的空间核动力源功率大幅度提高（产生的功率提高 10 倍，使用寿命也增加了 10 倍），近地空间的空间物体数量增加，以及这些空间物体设备的灵敏度提高，所以保护近地环境是确保新一代空间核动力源安全的关键任务之一。
35. 尚未制订关于反应堆或其放射性产品和部件产生辐射在外层空间造成污染程度的要求。反应堆或其部件在运作或关闭状态时产生的辐射必须可最大限度减少对当前和未来空间飞行任务造成的风险。关于反应堆哪些类型的辐射在外层空间构成污染的潜在风险，需要考虑到正电子辐射，这种辐射可以导致在地球周围形成人为的辐射带。必须进行研究，作为所需要制订的关于可接受的近地空间辐射污染限度要求的一个依据。

36. 另一个难题是在空间保护载人航天器乘员避免受到核动力源的影响。
37. 最后，关于通过运输供能舱将航天器送向其他空间物体的计划飞行，需要解决保护这些物体周围环境免遭核动力源潜在负面影响的问题。
38. 俄罗斯专家准备参加讨论和制订关于这个问题以及关于二十一世纪空间反应堆核动力源安全其他可能难题的解决方案。

结论

39. 俄罗斯联邦已经制订了一套符合国际要求的安全使用核动力源航天器制度。
40. 根据联合国的建议，目前正在拟订一套国家和航天部门条例，以确保安全使用携带兆瓦级核动力推进器的运输供能舱。
41. 关于建造携带兆瓦级核动力推进器的运输供能舱项目，正在按照联合国所建议的以及俄罗斯联邦相关条例所规定的所有技术安全措施实施中。
42. 在研制运输供能舱的同时，还正在审查和确认关于在空间安全使用核动力源可能遇到的新问题，作进一步调研。