



和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第四十二届会议
2005年2月21日至3月4日，维也纳

审查在空间方案和国际合作中使用核动力源的情况

俄罗斯联邦提交的工作文件

一. 关于外层空间核动力源问题的讨论和论文

1. 按照科学和技术小组委员会 2003-2006 年期间工作计划 (A/AC.105/804, 附件三), 小组委员会在其 2004 年第四十一届会议上听取了其成员国代表经确认资格的国际组织的代表就航天器中使用空间核动力源问题所作的一些专题介绍, 其目的是:

(a) 审查各国和各区域空间机构提供的关于现已列入计划或筹备之中的有关国家 (包括双边和多边) 空间核动力源方案和应用的內容的信息;

(b) 审查各国和各区域空间机构提供的关于借助空间核动力源实现的或大大加强的各种应用的信息。

2. 向科学技术和小组委员会宣读了以下论文:

(a) 俄罗斯联邦空间局和俄罗斯联邦原子能机构关于俄罗斯空间核动力源方案的专题介绍;

(b) 欧洲空间局 (欧空局) 的专题介绍, 题目是“空间核动力源: 概念以及欧洲空间局在科学探索上的各种应用”

(c) 美国国家航空和航天局 (美国航天局) 的专题介绍, 题目是“借助空间核动力源实现或加强的各种应用”和“未来探索和核动力源系统”。



3. 俄罗斯联邦和美国的论文反映了其在放射性同位素源和裂变反应堆的基础上开发、生产和利用核动力源所积累的经验。这些论文阐明了以核动力装置和核动力推进装置为基础的未来反应堆核动力源的基本参数和特征，此种未来反应堆核动力源将满足核动力源每个阶段的安全要求，包括因入轨设备（运载火箭、上面级火箭或航天器推进器）、航天器系统或核动力源发生故障所造成的可以预见的事故。
4. 各国和各区域有关空间方案中使用核动力源问题的论文确认了空间核动力源各种应用的適切性和有效性。
5. 在这些论文的基础上还可以：
 - (a) 就核动力源应用上最为重要的趋势和空间核动力源安全方面的主要特征展开更为详细的讨论；
 - (b) 确定空间核动力源使用上的一般趋势；
 - (c) 审议总体目标和难题并拟订开展国际合作建议。
6. 在实现空间核动力源并在空间方案中加以应用上开展国际合作的最为重要的特征是拟订联合开发、生产和利用项目。

二. 俄罗斯联邦的论文

7. 俄罗斯代表团在小组委员会 2004 年第四十一届会议上宣读了题为“俄罗斯核动力源开发和使用概要”的论文，其特点概括如下：
 - (a) 未载列使用放射性同位素空间核动力源的任何计划，而是侧重于使用反应堆核动力源（核动力装置和核动力推进装置）；
 - (b) 动力系统对核动力装置和核动力装置的电力要求约为 50 千瓦，而推进系统对核动力推进装置的热能要求约为 35 兆瓦；此种数量即为排除使用放射性同位素空间核动力源的原因之所在。

三. 欧洲空间局的论文

8. 欧空局的论文论述了以太阳能为动力的航天器的各种局限性；欧空局参与发射尤利西斯和卡西尼航天器美国航天计划的情况；以及对主要非核能选择的审查。
9. 欧空局提议在其空间方案中使用带有钷-238 燃料的放射性同位素核动力源；提供机载电力的放射性同位素热电式发电机、用于机载恒温部件和系统的放射性同位素加热器、带有静态转换系统（热电、热离子或热光电）和动态转换系统（Stirling、Brayton 或 Rankine 循环系统）的采用核动力装置形式的反应堆核动力源以及以火箭推进技术为基础的反应堆核动力推进装置。

10. 航天器上的能耗估计在 0.02 至 150 千瓦之间，具体取决于相关的航天器和飞行任务的类型。欧空局得出的主要结论是，外层空间飞行目前除空间核动力源外别无其他选择。

四. 美国航空和航天局的论文

11. 美国航天局的论文从空间核动力源的特性和参数独立于空间各种条件着眼，对空间核动力源的使用所带来的可能性和好处作了论述。该论文回顾了放射性同位素核动力源在太阳系外行星研究上的应用。该论文强调指出，如果不使用为航天局各部件供热的放射性同位素加热器，勇气号和机遇号这两个火星探测登陆器就无法取得成功。

12. 未来对太阳系外行星（火星、木星、土星、海王星及其卫星）进行研究的目的，是使用放射性同位素和反应堆核动力源为航天器的科学和通讯设备以及为使用电喷流推进系统的航天器本身提供动力。

13. 目的是使用以下空间核动力源：

(a) 发电能力为几毫瓦（用于微型航天器）至几千瓦的放射性同位素核动力源，形式为使用 Stirling 循环系统和热光电转换系统的放射性同位素热电式发电机和放射性同位素加热器；

(b) 发电能力为 20-50 千瓦至 250 千瓦的反应堆核动力源，形式为核动力装置，这种装置使用装有液态金属或气体冷却液和热导管的反应堆，热导管则使用以 Brayton 和 Rankine 循环转换系统和热电转换系统。

五. 未来空间方案使用核动力源所涉及的安全因素

14. 使用反应堆核动力源的俄罗斯空间方案几乎完全是建立在未来核动力装置和核动力推进装置的基础之上的，前者带有热发射反应堆/转换器，后者带有以火箭推进技术为基础的反应堆。目前正在开发之中的核动力装置和核动力推进装置完全符合已确定的具体安全要求和一般性技术安全要求，可以满足航天器人员及火箭业的所有正常使用并可以应付所有可预见的事故情况。

15. 美国空间研究项目普罗米修斯同时使用了放射性同位素核动力源和反应堆核动力源（核动力装置和附加电喷流推进系统的核动力装置）。

16. 使用放射性同位素动力系统的美国空间研究将以使用钷-238 燃料的放射性同位素热电式发电机和放射性同位素加热器联合设计为基础，从而能完全符合放射性同位素核动力源使用的安全要求，因为这些系统确保了在航天器上使用放射性同位素热电式发电机的各个阶段以及在所有可预见的事故情况下钷-238 容器均完好无损并处于密封状态。

17. 美国空间研究方案尽管已就使用反应堆核动力源（核动力装置和附加电喷流推进系统的核动力推进装置）预作规定，但未载有关于核动力源类型或参数或确保其安全的手段的具体资料。鉴于美国和俄罗斯两国在解决放射性同位素

核动力源和反应堆核动力源安全问题上的做法相同，必须假设美国在有关反应堆核动力源安全问题上的技术解决办法与俄罗斯联邦在核动力装置（核动力推进装置）上采取的做法大体类似。

18. 欧空局空间研究方案指出了使用放射性同位素和反应堆核动力源（核动力装置或核动力推进装置）的重要性，但未指明核动力源的实际类型或其参数，也没有提供安全问题的解决办法。其原因是，欧空局成员国自身不具备用于空间核动力源的开发和生产设施。

19. 欧空局在核动力源上的空间研究方案或许将涉及欧空局参与美国的方案和/或照搬美国或俄罗斯联邦现成的空间核动力源，经过调整使之符合欧空局使用火箭系统和航天器的情况。这种做法原则上为开展国际合作开辟了各种明确的可能性。

六. 核动力源安全标准

20. 小组委员会内部及和平利用外层空间委员会开展国际合作的现行重点是与国际原子能机构（原子能机构）联合拟订关于空间放射性同位素和反应堆核动力源的安全标准，目的是视可能更新或补充有关使用空间核动力源的现行原则。

21. 关于放射性同位素和反应堆核动力源的空间安全标准应以原子能机构最新原始文本和国际辐射防护委员会的建议为依据，并将把各国的标准和规则，例如俄罗斯联邦正在实施的辐射安全标准（MRV-99）或基本辐射安全卫生规则考虑进去。

22. 在将核动力源用于下述和平目的时均必须坚持空间核动力源安全标准：

(a) 以放射性同位素核动力源作为动力源、热源和电离辐射源；

(b) 以反应堆核动力源作为电力来源（用于能源系统的核动力装置和核动力推进装置）和动力源（附加电喷流推进系统的核动力装置、用于能源系统和火箭推进技术的核动力推进装置）并将推进剂（惰性气体、氢或带氢冷却剂的等离子体）射入空间。

23. 空间核动力源安全标准不仅应如美国和欧空局空间方案所述适用于在外层空间使用反应堆和放射性同位素空间核动力源，而且也应如俄罗斯空间方案那样适用于在近地轨道使用这种核动力源。

24. 空间核动力源安全标准或许应载有适用于在行星际和近地轨道航天器（例如，Mössbauer 光谱仪、 γ 光谱仪或软着陆系统）上使用电离辐射源（ γ 量子、中子或 α 和 β 粒子）的具体要求。

25. 开发此类辐射源是为了在地球条件下使用，此种辐射源在火箭系统或航天器发生事故时可能会分解，具体情况视航天器的构造和辐射源在航天器中所处位置而定。在分解的同时会有数量较小的放射性元素射入环境。

26. 与此同时，如果在火箭系统发生故障后带有此类辐射源的航天器坠入地球表面有人居住的地区，务必搜索并收回此类辐射源。
 27. 而且，如果航天器上装有此类辐射源，就可能造成航天器周围产生大量电离辐射，增加航天器和运载火箭地面维修行动的难度。
-