

Distr.: Limited
30 November 2005
Chinese
Original: Russian

和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第四十三届会议
2006年2月20日至3月3日，维也纳
临时议程*项目9
在外层空间使用核动力源

联合国/原子能机构关于外层空间核动力源潜在技术安全标准的
目标、范围和一般属性的联合技术讲习班
(2006年2月20日至22日，维也纳)

俄罗斯联邦提交的工作文件：关于发射、正常运作和飞行事故的设计安全考虑（论述为确保安全和根据可预见的环境条件缓减风险而采取的具体设计办法）

秘书处的说明

1. 根据大会 A/RES/60/[...]号决议第[16]段，和平利用外层空间委员会（外空委）科学和技术小组委员会将与国际原子能机构（原子能机构）联合举办一次关于外层空间核动力源潜在技术安全标准的目标、范围和一般属性的技术讲习班，讲习班将于2006年2月20日至22日举办。
2. 本文件附件一所载文件是根据在外层空间使用核动力源问题工作组在2005年6月13日至15日于维也纳举行的闭会期间会议上商定的讲习班的暂定工作日程表¹为联合技术讲习班拟定的。

* A/AC.105/C.1/L.283。

¹ A/AC.105/L.260。



附件一

俄罗斯联邦提交的工作文件*

关于发射、正常运作和飞行事故的设计安全考虑（论述为确保安全和根据可预见的环境条件缓减风险而采取的具体设计办法）

一. 机载核动力源航天器可能发生的紧急情况

1. 在机载反应堆和放射性同位素核动力源航天器的发射和运行过程中发生紧急情况，是因为在升空时、在运载火箭飞行阶段或者在航天器加速进入运行轨道或进入星际飞行弹道的过程中运载火箭造成事故和航天器出现故障。
2. 在运载火箭和机载核动力源航天器的入轨过程中，可能在升空阶段和运载火箭的飞行阶段出现以下各种事故：
 - (a) 空载运载火箭或已装载推进剂的运载火箭在发射之前从发射台上倾覆，或者由于一级发动机的推力不均匀运载火箭在发射升空后坠落；
 - (b) 在启动“中止”令和关闭发动机之前运载火箭的第一级出现故障（发动机自动关闭）；
 - (c) 运载火箭第一级出现故障后根据“中止”令关闭发动机；
 - (d) 运载火箭第一级的分离部分无法弹出，二级发动机不点火，或者一级火箭的分离部分弹出，二级发动机不点火；
 - (e) 在运载火箭的锥头弹出之前或之后，运载火箭第二级发生故障，发动机关闭；
 - (f) 第二级和以后各级火箭的操作发生类似故障；
 - (g) 在升空时、在飞行弹道上或者在发动机关闭之后降落地球的过程中，运载火箭爆炸（产生爆炸冲击波和碎片轰炸）；
 - (h) 运载火箭机舱起火（推进剂燃烧过程中的火焰温度、燃烧时间以及火焰温度随时间发生的变化）；
 - (i) 运载火箭和航天器推进剂的化学作用。
3. 在机载核动力源航天器的加速阶段，上级火箭与运载火箭分离后，运行时可能出现故障，包括上级火箭发动机关闭和/或航天器推进系统在飞行过程的不同时间关闭，或者航天器的导航和稳定系统出现故障。
4. 对这种事故的后果的分析，依据各种计算方法和分析研究，以确定事故对核动力源结构的影响参数，同时考虑到运载火箭和航天器结构的破坏程度，在

* 以下案文按收到时的原样转载，未作正式编辑。

运载火箭的弹道下降过程中以及在机载核动力源航天器重返地球大气层的过程中，这种破坏会改变下降物体的结构。

5. 如果是反应堆式的核动力源，这种事故将使“冷却式”未激活反应堆（反应堆部分损坏或者个别燃料组件或堆芯被损坏）在一种事先确定的次临界状态下下落；碎片和核燃料微粒也可能随着空气动力造成的破坏和离散而回落。

6. 在航天器机载反应堆核动力源的正常运行过程中，核动力源系统发生故障（不过这是不大可能发生的）会造成紧急情况，同时会造成反应堆液态金属环流管减压、冷却剂部分损失、核燃料融化（热损）以及放射性物质排放到外层空间等情况。

7. 如果在停止工作后核动力源仍然在较高的轨道上延长在空间的停留时间，那么只有在下述情况下可能发生紧急情况：航天器和核动力源与空间碎片的残块发生碰撞，结果造成（反应堆式的核动力源的）反应堆或（放射性核素核动力源的）放射性核素管被破坏，致使放射性物质排入外层空间，或者机载核动力源航天器（或者某种独立的核动力源）提前离开高轨道后进入地球大气层。

二. 涉及机载核动力源航天器的紧急情况的后果

8. 在发生涉及机载核动力源航天器的紧急情况时，其影响的程度，根据在运载火箭、航天器或核动力源发生故障时事故对核动力源结构的影响的参数加以确定。

9. 影响的程度还取决于核动力源的类型（反应堆还是放射性同位素），这两种核动力源采用两种根本不同的方法，以便在核动力源的正常运行过程中和在发生飞行事故的情况下确保核安全和辐射安全：

(a) 放射性同位素核动力源：保持放射性核素管的完整性和密闭不泄漏性；

(b) 反应堆式核动力源：在反应堆结构发生各种变形、部分损坏或空气动力损坏，或者核燃料或结构材料散开的情况下，在机载核动力源航天器进入运行轨道之前保持“冷却式”未激活反应堆的次临界状态。

10. 如果运载火箭爆炸，无论是由此产生的冲击波—例如每平方厘米 60-80 公斤的压力，还是散开的结构残块都不会直接影响到反应堆，因为反应堆被航天器、核动力源以及辐射防护罩结构隔开。运载火箭爆炸将导致航天器的破坏、反应堆压力壳的变形、以及反应堆弹出并以当量冲击速度回落地球。

11. 运载火箭机舱起火后，伴随产生的是液态推进剂燃烧的火焰温度对反应堆、对辐射防护罩以及对核动力源的影响，火焰温度的变化，例如，在质子号运载火箭的发射中在 4,000 秒内从 3,600K 变为 400K，将导致反应堆压力壳的融化以及反应堆结构、辐射防护罩和核动力源的薄钢壁元素毁坏（融化）。在运载火箭机舱起火时，低质量反应堆带有光亮平面的侧面反射层的铍元素可能融化，而辐射防护罩的氢化锂外层可能脱氧，并在辐射防护罩结构的表面形成液态锂薄片。铍和锂都是有毒元素，即使铍和锂微粒不带放射性，但是由它们的

微粒（滴）形成的团块可能在运载火箭冲击区造成化学污染。核动力源的液态金属冷却剂环流管和热辐射转换堆的铯系统被破坏，将造成酸钾钠（锂）和铯化学污染。在运载火箭爆炸和起火的情况下，核燃料不会受到破坏，因为所使用的是高温铀化合物。如果使用的是热反应堆，由于氢化锆慢化剂外层的脱氢作用，反应堆也可以进入次临界状态。

12. 如果运载火箭在飞行阶段出现故障，根据“中止”令关闭发动机，则根据运载火箭的飞行高度和速度以及运载火箭锥头弹出的时间，可能出现以下情况：

(a) 高达 10 个单位的轴向加速度和高达 6 个单位的横向加速度，对运载火箭、航天器和核动力源造成冲击；

(b) 每秒 60-260 米的地球冲击速度；

(c) 对运载火箭、航天器和核动力源结构以及对反应堆结构外层元素造成的机械破坏和空气动力破坏；

(d) 对快堆结构造成空气动力破坏，破坏深度是个别燃料组件或燃料元件，如果是热辐射转换堆，破坏深度是堆芯，堆芯包括一个氢化锆减速器和和带核燃料的发电管道。

13. 在机载核动力源航天器加速进入运行轨道或进入星际飞行弹道的过程中出现故障，将导致航天器离开轨道重新进入大气层、在 70-90 公里的高度对航天器结构造成空气动力损坏、并在 50-60 公里的高度对核动力源结构和“冷却式”未激活反应堆的外层结构造成损坏。当快堆进入 35-40 公里的高度时，由于缺少氢化金属慢化剂将对反应堆造成几乎全面的空气动力破坏，燃料组件结构的破坏深度达到个别燃料元件（发电管道）或装有用高温化合物制造的核燃料的燃料元件（燃料管道）的个别部件。对带有氢化锆慢化剂的热辐射转换堆的破坏深度将达到堆芯，慢化剂的外层将发生脱氢。

14. 根据关于在空间使用反应堆核动力源和放射性同位素核动力源的国家条例和国际文书，如果证实发生了涉及航天器和核动力源意外返回或者航天器和核动力源从高轨道下落的事件，设想采取以下全套保护措施：

(a) 跟踪在与空间碎片残块碰撞之后从高轨道弹出的载有反应堆和放射性核素的物体的下降弹道参数；

(b) 预测此种物体进入高层大气的重返区，并预测被破坏的反应堆结构的部件以及个别反应堆和放射性核素核动力源残块可能对地球表面产生冲击的区域；

(c) 向主管当局通报冲击区域可能出现的情况以及辐射安全防范措施，包括在发现坠落物体和个别残块的周围地带建立出入管制区；

(d) 搜索、发现并从冲击区转移有关物体和残块；

(e) 在冲击区安排辐射监测并在必要时清除放射性污染；

(f) 对物体和残块冲击区的居民进行检查和清点、评价可能的个别辐射剂量、并向公众提供必要援助。

15. 在航天器入轨设备出现故障或者航天器和核动力源与空间碎片残块发生碰撞致使载有反应堆和核燃料和放射性核素管的物体意外降落而且随后在该物体重返地球大气层的过程中对其结构造成空气动力破坏的情况下，采用以下标准确定个别公众成员遭受电离辐射的可能性：

(a) 入轨设备发生故障的机率以及与体积较大的空间碎片残块发生碰撞的机率；

(b) 物体落入居住区的机率，考虑到运载火箭的飞行路线以及航天器的轨道倾角，这种机率在千分之二（基础设施和供水系统）到百分之三（土地使用系统）之间。

16. 由于空间核动力源意外落入居住区并可能对个别公众成员造成辐照而发生一次最后事件的机率，可能约为十万分之一。
