



和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第五十四届会议
2017年1月30日至2月10日，维也纳
临时议程项目12
在外层空间使用核动力源

外层空间核动力源应用安全建议

大不列颠及北爱尔兰联合王国提交的工作文件¹

一. 引言

《外层空间核动力源应用安全框架》²为制定国家和国际政府间安全框架提供了模板，同时允许灵活调整这些框架以适合具体的核动力源应用和组织结构。以前的文件³依时间顺序记录了大不列颠及北爱尔兰联合王国为实施《安全框架》而编制一组尝试性安全建议的过程。关于如何最佳地向政府官员、决策者、飞行任务设计者、管理者、科学家和工程师提供对《安全框架》的较详细解释，联合王国曾在内部并与欧洲空间局（欧空局）和别的机构的其他国际伙伴进行讨论，本文件以此讨论为基础，概要介绍上述建议编制工作的结论。虽然本组尝试性安全建议是针对联合王国（作为欧空局的成员）的情况编制的，但希望这些建议可以对寻求制定本国框架以实施《安全框架》的其他会员国有所助益。

¹ 由联合王国空间局顾问 Sam Harbison 编写。

² 与科学和技术小组委员会和国际原子能机构共同起草，2009年发布（见 A/AC.105/934）。

³ 大不列颠及北爱尔兰联合王国提交的文件：为实施《安全框架》“政府指南”一节提出的一组尝试性安全建议（A/AC.105/C.1/L.342）；以及会议室文件：关于实施《外层空间核动力源应用安全框架》的可能的一般安全建议（A/AC.105/C.1/2016/CRP.6）。



二. 编制一组尝试性安全建议

《安全框架》的基本安全目标是，保护地球生物圈中的人与环境，使其免受空间核动力源应用在有关的发射、运行和寿终阶段可能造成的危害。本文件附件中详细的安全建议服从这一安全目标以及《安全框架》的三个“指南”部分。

在编制这些安全建议时，曾密切注意在拥有数十年使用空间核动力源应用经验的两个会员国（美国和俄罗斯联邦）提供的资料。《宇航学报》中的一篇论文⁴也就安全使用核动力源应用相关的管理和技术问题提供了有益信息。

在提出这些安全建议时，曾将《国际原子能机构安全要求》用作模板，尤其是《一般安全要求》的第 1 部分。⁵也曾考虑到《一般安全要求》的第 2 部分（安全方面的领导与管理）⁶和第 4 部分（设施与活动的安全评估）。⁷即便如此，还是认识到与管理和技术问题有关的建议不如与政府指南有关的建议编得好。

编制本安全建议时另一项考虑是确保这些建议不与《关于在外层空间使用核动力源的原则》相冲突。⁸通过将《原则》与《安全框架》作简单比较，已得出以下结论，即虽然《原则》的多数条款可被认为已纳入《安全框架》较为笼统的要求，但是有三个方面——（预期发射核动力源飞行任务的通知（原则 4，第 3 段）、核动力源任何可能重返地球大气层的通知（原则 5）和关于各国应向可能受此重返影响的国家提供信息、与这些国家协商并向这些国家提供的要求（原则 6 和 7）——应在安全建议“政府指南”一节专门提到（见下文建议 1(b)）。

起草这些建议时使其尽可能做到完整和全面，但是需要认识到并考虑到像联合王国这样的会员国参与空间核动力源飞行任务实际发射的程度非常有限。因此，建议 1 指出，任何政府有关核动力源安全的政策对于有关国家预期的核动力源方案而言应是“合适和充分的”。如果会员国是类似欧空局这样的国际政府间组织的成员，这一点尤为重要，在此情况下必须避免作用和职责的不必要重复。

⁴ L. Summerer 等人，“外层空间核动力源应用国际安全框架——有益的实质性指南”，载于《宇航学报》，第 111（2015）卷，第 89-101 页。

⁵ 国际原子能机构（原子能机构），《安全方面的政府、法律和监管框架》，原子能机构安全标准丛书，编号 GSR Part 1 (Rev.1)（2016 年，维也纳）。

⁶ 国际原子能机构（原子能机构），《安全方面的领导与管理》，原子能机构安全标准丛书，编号 GSR Part 2（2016 年，维也纳）。

⁷ 国际原子能机构（原子能机构），《设施和活动的安全评估》，原子能机构安全标准丛书，编号 GSR Part 4 (Rev.1)（2016 年，维也纳）。

⁸ 大会第 47/68 号决议。

三. 结论

本文件提供的一组尝试性安全建议旨在向政府官员、决策者、飞行任务设计者、管理者、科学家和工程师提供对《安全框架》的较详细解释。虽然本组尝试性安全建议是专门针对联合王国（作为欧空局的成员）编制的，但希望这些建议可以对寻求制定本国框架以实施《安全框架》的其他会员国有所助益。

附件

外层空间核动力源应用安全建议

背景

空间核动力源中有放射性材料或核燃料，一旦发生事故，可能对地球生物圈中的人与环境造成危害，这就要求空间核动力源的设计和应用必须始终将安全作为一个内在组成部分。

因此，需要在整个空间核动力源应用中处理安全问题，这包括空间核动力源的设计、开发、建设和测试，以及将空间核动力源纳入航天器、发射系统、飞行任务的设计和飞行规则。这意味着飞行任务规划者应当采用现有程序确保保护硬件、人员和公众免受非核有害材料（如推进剂）的伤害，以此为起点，处理核动力源应用带来的附加要求。

本文件提出的建议支持并加强了《外层空间核动力源应用安全框架》的安全目标和指导意见，并考虑到《关于在外层空间使用核动力源的原则》的相关条款。⁹

目标

本文件的目标是提出与下列方面有关的建议：

- 授权、批准或进行空间核动力源飞行任务的政府，或属于进行上述活动的国际政府间组织成员的政府的责任
- 参与空间核动力源应用的组织的管理责任
- 适用于参与空间核动力源应用的组织的技术指南。

政府责任包括：制定安全政策、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正当理由；制定正式的飞行任务发射授权程序；以及应急准备和反应。对于多国飞行任务或多组织飞行任务，其管辖文书应在不同当事方之间明确划分责任。

《安全框架》规定，管理工作应当遵守政府的和相关的政府间安全政策、要求和程序，以满足根本安全目标。管理职责包括承担主要的安全责任，确保为安全工作提供充足的资源，并在组织各个级别促进和维持一种牢固的安全文化。

技术指南涉及空间核动力源应用的设计、开发和飞行任务阶段，包含有助于为授权和批准程序及为应急准备和反应制定和提供技术基础的以下四个关键领域：

⁹ 大会第 47/68 号决议。

- (a) 建立和保持核安全设计、测试和分析能力；
- (b) 将此种能力用于空间核动力源应用（即空间核动力源、航天器、发射系统、飞行任务的设计和飞行规则）的设计、鉴定和飞行任务发射授权程序；
- (c) 评估可能发生的事故对人与环境造成的辐射风险，确保风险保持在可以接受和合理可行尽量低的程度；
- (d) 采取行动处理可能发生事故的后果。

范围

本文件涵盖为确保在空间核动力源应用相关发射、运行和寿终阶段进行有效安全控制所需要的政府、法律、管理和技术框架的基本方面。其中还考虑到其他责任和职能，如确保高效、有效地遵守：

- (a) 涵盖空间核动力源应用其他方面的现行标准，例如，空间核动力源应用地面阶段的活动，如开发、测试、制造、搬运和运输；
- (b) 各国政府和国际政府间组织的相关安全标准述及的空间核动力源应用的非核安全方面；
- (c) 为提供应急准备和反应所必需的支助服务、核安保以及国家核材料衡算和控制体系。

第 1 部分：政府指南

建议 1：制定在外层空间使用核动力源应用的安全政策和战略

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定国家安全政策和战略，以实现基本安全目标并适用《外层空间核动力源应用安全框架》所规定的基本安全原则。

应在安全政策和战略中表达长期的安全承诺。该政策应当作为政府的意图表述予以颁布，并且对于有关国家预期的核动力源方案而言应当是合适和充分的。应在战略中规定实施该政策的机制。在政策和战略中，应当考虑到以下方面：

- (a) 《外层空间核动力源应用安全框架》所规定的基本安全目标和基本安全原则；
- (b) 相关的国际法律文书，如公约、原则和其他国际文书；尤其是，各国政府应确立适当的机制，履行《关于在外层空间使用核动力源的原则》与预期发射核动力源飞行任务的事先通知（原则 4，第 3 段）、核动力源可能重返地球大气层的通知（原则 5）和关于各国应向可能受此重返影响的国家提供信息、与这些国家磋商并帮助这些国家的要求（原则 6 和 7）有关的条款；

- (c) 政府的安全事宜法律和保障框架的范围说明；
- (d) 对人力和财力资源的需要和规定；
- (e) 关于研究和开发的规定和框架；
- (f) 顾及社会 and 经济发展情况的适当机制；
- (g) 促进安全方面的领导和管理，包括安全文化。

建议 2：制定在外层空间使用核动力源应用的安全框架

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定并维持一个适当的安全事宜法律和保障框架，在其中明确划分责任。

政府应当颁布必要的法律文书，为在外层空间安全使用核动力源应用规定有效的法律和保障框架。该框架应有如下规定：

- (a) 保护地球生物圈中的人（个人和集体）和环境避免与在外层空间使用核动力源有关的风险的原则；
- (b) 包含在框架范围内的活动类型；
- (c) 按照分级办法，对于开展与筹备和发射携带核动力源应用的空间飞行任务有关的所有活动，规定所要求的授权类别；
- (d) 关于有关各方的参与及其对决策的影响的规定；
- (e) 关于负责活动的人或组织对安全承担法律责任的规定，以及在活动由多个人或组织相继进行的情况下确保责任连续性的规定；
- (f) 确立适当的保障机制，对负责安全的人或组织在安全上实现的成果进行独立监督；
- (g) 规定按照分级办法，通过既有保障机制对活动进行审查、评估和检查；
- (h) 规定对涉及空间核动力源应用的核或放射性紧急情况进行防备和反应，并及时通知可能受影响的其他国家；
- (i) 规定与核安保实体适当衔接；
- (j) 规定与核材料衡算和控制系统衔接；
- (k) 规定为确保安全而获得并维持必要的能力；
- (l) 涉及核动力源应用的任何空间飞行任务寿终阶段的相关责任和义务；
- (m) 规定对核材料和放射性材料进行进出口管制，并对授权进出口放射源进行跟踪。

如有多个主管机关参与，政府应在安全事宜政府、法律和保障框架中明确规定每个主管机关的责任和职能。

建议 3：建立适当的安全保障制度

政府应当通过法律体系，确立并维持适当的安全保障制度，该制度应当具有必要的独立性、权限和资源，以履行其监督与在外层空间使用核动力源有关的活动的安全性的法定义务。

在这里，“安全保障制度”指的是，政府在不依赖设计者和运营者的情况下，用来评估和核查任何核动力源应用的安全性的所有系统、程序和资源。

政府应当确保安全保障制度具有足够的权限和资源，使之能够有效及时地履行所承担的责任，而不受不正当的压力或限制。

政府应当赋予安全保障制度以法律权力，使之能够要求负责核动力源应用安全性的人或组织提供安全方面的所有必要信息，包括供应商提供的信息，并便利对与核动力源应用有关的任何设计师、供应商、制造商、建筑商、承包商或运营组织的房地进行检查。

建议 4：在外层空间使用核动力源应用的主要安全责任

政府应当明确规定，在外层空间使用核动力源应用的主要安全责任归于执行空间核动力源飞行任务的组织。

在关于安全使用空间核动力源应用的法律框架内，执行空间核动力源飞行任务的组织承担主要的安全责任。该组织负有法律责任，必须与参与的所有其他组织一道作出适当安排，确保为本飞行任务确定的安全要求始终得到满足。

建议 5：在外层空间使用核动力源应用安全保障制度中承担责任的各主管机关之间的协调

如果在外层空间使用核动力源应用安全保障制度中有多个主管机关承担责任，政府应当作出规定，使它们的安全保障职能得到有效协调。

如果在安全保障制度中有多个主管机关承担安全责任，则应在相关条例中明确规定每个主管机关的责任和职能。政府应当确保各主管机关之间在以下领域有适当的协调和联络：

- (a) 工人和公众的安全；
- (b) 环境保护；
- (c) 应急准备和反应；

- (d) 放射性废料的管理；
- (e) 核损害赔偿（包括根据相关公约）；
- (f) 核安保；
- (g) 核材料衡算和控制；
- (h) 核材料和放射性材料的运输安全；
- (i) 核材料和放射性材料的进出口管制。

建议 6：对携带核动力源应用的空间飞行任务寿终阶段的安管理作出规定

在授权或批准携带核动力源应用的空间飞行任务时，政府应确保对此类飞行任务寿终阶段的安管理作出适当规定。

携带核动力源应用的空间飞行任务寿终阶段的安管理应当构成政府政策和战略的一项基本内容。政策应当反映所有相关的国际公约和协定，并包括适当的中期指标和最终状态。政府应当强制要求相继的被授权方之间保持责任的连续性。政府应当规定就空间核动力源飞行任务寿终阶段开展适当的研究开发方案。

建议 7：安全方面的能力

政府应当就在安全使用核动力源应用方面承担责任的所有各方建设并保持能力作出规定。

作为促进在外层空间安全使用核动力源应用的国家政策和战略的一个基本内容，应当作出安排，以使合适数量具有适当资格和经验的工作人员获得并保持能力。

应当要求负责核动力源活动安全性的所有各方进行能力建设，包括被授权方、安全保障制度以及在安全相关事项上提供服务或专家意见的组织。

政府应当：

- (a) 规定负责核动力源活动安全性的人员所必须具备的能力水平；
- (b) 作出适当安排，使安全保障制度为履行其职责而积累并保持各必要学科的专门知识；
- (c) 作出适当安排，以提高、保持并定期核查为被授权方工作的人员的技术能力。

建议 8：国际责任和国际合作安排

政府应当履行相关的国际责任，参加相关的国际安排，并促进国际合作以提高全球空间核动力源使用的安全性。

授权或批准空间核动力源飞行任务的政府应当积极寻求借助类似以下手段推动建立此类活动的全球安全框架：

- (a) 确立共同义务和机制以确保核动力源飞行任务安全性的国际条约和公约；
- (b) 《外层空间核动力源应用安全框架》以及为支持和扩大该框架而制定的任何建议和其他指南；
- (c) 采用协调的办法以及通过提高安全审查的质量和效力而提高安全性的多边和双边合作。

建议 9：交流运作经验

政府应当安排进行分析，以确定应从空间核动力源应用运作实践包括其他国家的实践中学到哪些经验教训，并加以传播，以供被授权方、安全保障制度和其他相关主管机关采用。

政府应当规定并保持一种信息接收手段，从其他国家和被授权方接收其空间核动力源应用经验的有关信息，还应规定并保持一种手段，用于向他人提供从自己的运作实践中学到的经验教训。政府应当通过其安全保障制度，要求采取适当的纠正行动，以防重大安全事件再次发生。

建议 10：为使用空间核动力源应用的正当性论证制定政策和战略

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应为此类飞行任务使用空间核动力源的正当性论证制定政策和战略。

关于使用空间核动力源应用正当性论证的政策和战略应当明确承诺探索现有一切可行的替代办法。应将政策作为政府意向声明予以颁布。应在战略中规定实施该政策的机制。在政策和战略中，应当考虑到以下方面：

- (a) 《外层空间核动力源应用安全框架》所规定的基本安全目标和基本安全原则；
- (b) 相关的国际法律文书，如公约和其他国际文书；
- (c) 关于正当性论证的政府和法律框架的范围说明；
- (d) 在对特定飞行任务使用空间核动力源应用的正当性论证进行审议时所采用的过程和程序说明，以及由何人负责就正当性论证作出决定；

- (e) 就特定飞行任务使用空间核动力源应用的正当性论证作出决定的时限；
- (f) 就正当性论证作出决定所需的资料范围，以及由何人负责提供资料；
- (g) 关于获取补充资料或进行补充研究以支持就正当性论证所作决定的规定和框架；
- (h) 顾及社会 and 经济发展情况的适当机制。

建议 11：建立正当性论证框架

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定并维持一个关于正当性论证的适当的政府、法律和保障框架，在其中明确划分责任。

政府应当颁布法律和法规，对关于正当性论证的有效政府、法律和保障框架作出规定。该框架应有如下规定：

- (a) 在与其他可能的替代办法相比较对使用空间核动力源应用的正当性论证进行审议并作出决定时所适用的基本原则；
- (b) 不同类型空间飞行任务使用空间核动力源应用所需的正当性论证类型；
- (c) 不同情况下使用空间核动力源应用的正当性论证的依据；
- (d) 关于有关各方的参与及其对决策的影响的规定；
- (e) 规定负责任何空间核动力源飞行任务的组织在法律上有责任提供足够信息，以便能够就正当性论证作出决定；
- (f) 规定在下述情况下对关于正当性论证的决定进行审查：关于在任何特定飞行任务中使用任何特定核动力源应用（对地球上的人或环境）的功效或后果，掌握了实质性的新证据。

如有多个主管机关参与关于正当性论证的政府、法律和保障框架，政府应当明确规定每个此类主管机关的责任和职能。

建议 12：制定关于授权的政策和战略

授权发射空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定关于授权的国家政策和战略。

授权政策和战略应当作出长期安全承诺。应将政策作为政府意向声明予以颁布。应在战略中规定实施该政策的机制。在政策和战略中，应当考虑到以下方面：

- (a) 《外层空间核动力源应用安全框架》所规定的基本安全目标和基本安全原则；
- (b) 相关的国际法律文书，如公约和其他国际文书；

- (c) 关于授权的政府和法律框架的范围说明；
- (d) 在确定是否授权发射使用空间核动力源应用的飞行任务时所采用的过程和程序说明，以及由何人负责就授权作出最后决定；
- (e) 就授权使用空间核动力源应用的飞行任务作出决定的时限；
- (f) 就授权作出决定所需的资料范围，以及由何人负责提供资料；
- (g) 关于获取补充资料或进行补充研究以支持对授权所作决定的规定和框架；
- (h) 适当的机制，其中考虑到包含发射安全的非核方面和地面方面的授权程序；
- (i) 顾及社会 and 经济发展情况的适当机制。

建议 13：建立授权框架

授权发射空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定并维持一个关于飞行任务发射授权的适当的政府、法律和保障框架，在其中明确划分责任。

政府应当颁布法律和法规，为空间核动力源应用飞行任务发射授权规定有效的政府、法律和保障框架。该框架应有如下规定：

- (a) 保护地球生物圈中的人（个人和集体）和环境避免与在外层空间使用核动力源有关的风险的安全原则；
- (b) 按照分级办法，发射携带核动力源应用的空间飞行任务所需的授权类型；
- (c) 批准带有核动力源应用的空间飞行任务的依据，以及适用的决策过程；
- (d) 关于与涵盖发射安全的非核方面和地面方面的授权过程适当衔接的规定；
- (e) 关于有关各方的参与及其对决策的影响的规定；
- (f) 规定负责任何空间核动力源飞行任务的组织在法律上有责任提供足够信息，以便能够就授权作出决定；
- (g) 建立适当的安全保障机制，以独立评价进行飞行任务的组织所提交的安全状况报告是否适当而有效。

如有多个主管机关参与关于授权的政府、法律和保障框架，政府应当明确规定每个此类主管机关的责任和职能。

建议 14：制定关于应急准备和反应的政策和战略

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定关于应急准备和反应的国家政策和战略。

关于应急准备和反应的政策和战略应当作出长期承诺，确保人的安全并保护环境。应将政策作为政府意向声明予以颁布。应在战略中规定实施该政策的机制。在政策和战略中，应当考虑到以下方面：

- (a) 《外层空间核动力源应用安全框架》所规定的基本安全目标和基本安全原则；
- (b) 相关的国际法律文书，如公约和其他国际文书；
- (c) 关于应急准备和反应的政府、法律和保障框架的范围说明；
- (d) 在整体框架中分派制定应急反应计划的责任和就应急准备和反应作出安排的责任；
- (e) 对人力和财力资源的需要和规定；
- (f) 关于研究和开发的规定和框架；
- (g) 顾及社会和经济发 展情况的适当机制。

建议 15：建立应急准备和反应框架

授权或批准空间核动力源飞行任务的任何政府均应制定并维持一个关于应急准备和反应的适当的政府、法律和保障框架，在其中明确划分责任。

政府应当就关于应急准备和反应的有效的政府、法律和保障框架作出规定。该框架应有如下规定：

- (a) 保护地球生物圈中的人（个人和集体）和环境避免因载有核动力源应用的空间飞行任务可能发生的事故而遭受风险的安全原则；
- (b) 在因发生在国家领土和法域之内或之外的空间核动力源应用事故而宣布的核或放射性紧急情况中保护地球生物圈中的人（个人和集体）和环境的制度，包括应急响应安排；
- (c) 应当纳入应急准备和反应框架范围内的设施类型和活动类型；
- (d) 规定负责空间核动力源飞行任务的组织在法律上有责任制定应急反应计划并就应急准备和反应作出安排；
- (e) 规定负责空间核动力源飞行任务的组织在法律上有责任在发生紧急情况时立即通知主管机关；
- (f) 指定主管机关负责在涉及空间核动力源应用的紧急情况发生期间和之后为处理其后果而进行准备和安排，并使之具备必要的资源；
- (g) 规定明确说明并分派在紧急情况中进行决策的责任，以及确保所有被授权方和主管机关之间有效联络的责任；

(h) 规定在涉及空间核动力源应用的紧急情况期间与受影响各方特别是广大公众的有效通信手段；

(i) 规定通过既有保障机制，审查、评估和检查负责空间核动力源飞行任务的组织的应急反应计划及其对此类紧急情况的准备状况；

(j) 规定全国获得并保持必要的能力，确保连续保持适当的应急准备和反应水平。

第 2 部分：管理指南

建议 16：确立并保持必要的管理结构、政策和能力

参与空间核动力源应用的任何组织均应确立并保持必要的管理结构、政策和能力，以实施政府关于在外层空间安全使用此类应用的政策和战略。

参与空间核动力源飞行任务的任何组织的管理层有责任确保本组织拥有必要的政策、结构和能力，以便充分实施相关的政府政策和战略。这就需要彻底理解政府政策和战略，尤其是与使用核动力源的正当性论证和授权有关的法律要求以及应急准备和响应框架，并拥有资源、制度和工作人员来履行本组织的法律责任。

建议 17：确立并保持对于安全的有效领导和管理

参与空间核动力源应用的任何组织均应确立并维持对于安全的有效领导和管理。

参与空间核动力源飞行任务的任何组织的高级管理层应确立并维持整个组织对于安全的有效领导和管理。这涉及建立个人价值观、机构价值观和行为预期，以使本组织支持管理制度的实施。在管理制度内，安全应为重中之重，压倒所有其他需求。高级管理层应当发展、推行和维持一种文化，确保安全并满足飞行任务发射政府授权程序的各项要求。安全文化应当包括以下内容：

- 明确划分职权和责任界限和建立明确的沟通渠道
- 积极反馈和不断改进
- 组织内从上到下、从个人到集体作出安全承诺
- 组织和个人从上到下实行安全责任制
- 保持勤学好问态度，在安全方面克服自满情绪。

建议 18：确定负有主要的安全责任的组织

执行空间核动力源飞行任务的组织负有主要的安全责任。

执行任何空间核动力源飞行任务的组织的管理层应认识到其负有主要的安全责任。对于多边空间核动力源飞行任务，每个参与组织的管理层有必要商定哪个组织负有主要的安全责任。

建议 19：为任何空间核动力源飞行任务满足安全要求作出正式安排

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应为满足为该飞行任务制定的安全要求作出正式安排。

《安全框架》提供的指南意味着空间核动力源应用管辖文书需要顾及核安全考虑。这意味着核动力源安全要求应当在制定飞行任务的尽可能早期阶段纳入此类文书。这尤其适用于多边飞行任务，如由国际政府间组织组织的飞行任务。正式安排应确定负有主要的安全责任的组织，同时认识到飞行任务的所有参与方对于核安全负有一定程度的责任。携带空间核动力源的飞行任务的所有参与方应按照为该飞行任务制定的核安全标准开展工作。

建议 20：建立和维持必要的技术能力

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当建立和维持必要的技术能力，以便安全地执行飞行任务。

参与空间核动力源飞行任务的任何组织的高级管理层应确定本组织各级人员的技术能力要求，并应为掌握必要水平的能力提供培训或采取其他行动。应对所采取行动是否有效进行评价。应实现并保持适当的熟练度。

建议 21：制定程序以加强一切可合理预见情况下的安全

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当建立和维持旨在加强一切可合理预见情况下的安全的程序。

任何参与空间核动力源飞行任务的组织的高级管理层应制定旨在加强一切可合理预见情况下的安全的程序。组织内各级相关人员应接受关于此类程序相关性和重要性的适当培训，并理解他们如何为安全执行空间核动力源飞行任务作出贡献。

建议 22：为使用空间核动力源的飞行任务制定具体的安全要求

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应为其飞行任务制定并维持适当而具体的安全要求。

任何参与空间核动力源飞行任务的组织的高级管理层应针对本组织的安全责任制定具体的安全要求，在此过程中认识到空间核动力源特有的安全问题，并确保这些要求与其他参与组织的安全要求相一致并反映飞行任务的总体安全要求。高级管理层应确保对本组织安全要求得到遵守的程度定期进行审查，并采取行动纠正不遵守此类要求的情况。

建议 23：生成必要的技术信息，以支持作出任何特定空间飞行任务使用核动力源的决定

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应生成必要的技术信息，以支持有关飞行任务使用核动力源的决定。

负有主要的安全责任的组织应与参与该空间核动力源飞行任务的伙伴组织一道作出适当安排，生成必要的技术信息，以支持作出该飞行任务使用核动力源的决定，并将此类信息的预期用途告知相关各方。应作出适当安排考虑就此类使用可能带来的安全影响发表的可靠的反对意见。高级管理层应确保对可靠的反对意见的考虑是彻底和详尽的、作了适当记录并将审议情况提供给提出这些意见的人。

建议 24：进行安全测试和分析并作记录，为飞行任务发射政府授权程序提供参考依据

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应进行适当的安全测试和分析并作记录，为发射批准程序提供参考依据。

负有主要的安全责任的组织应与参与该空间核动力源飞行任务的伙伴组织一道作出适当安排，进行适当的安全测试和分析并作记录，确定空间核动力源应用的可靠性，并为发射批准程序提供参考依据。需要将进行此类测试和分析并作记录所需的具体能力、专门知识、资源和时间纳入飞行任务总体规划。

建议 25：向公众提供相关、准确和及时的信息

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当向公众提供相关、准确和及时的信息。

负有主要的安全责任的组织应与参与空间核动力源飞行任务的伙伴组织一道作出适当安排，向公众提供关于任何空间核动力源飞行任务的相关、准确和及时的信息。开展这项工作所需的具体资源和时间应纳入飞行任务总体规划。

第 3 部分：技术指南

建议 26： 确立并维持确定涉及核动力源应用的事故的场景及其估计概率所需要的技术能力

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当确立并维持确定涉及核动力源应用的事故的场景及其估计概率所需要的技术能力。

在飞行任务早期阶段确定事故场景可以影响核动力源的设计，并有助于为涉及航天器和（或）发射系统的设计方面的取舍提供信息。在制定飞行任务的后期阶段，使用详细的事故场景描述和连锁进程来估计可能导致核动力源放射性材料潜在释放的事故的剩余概率。

建议 27： 建立并维持技术能力，以说明空间核动力源及其组成部分在正常运行中和潜在事故中可能暴露于何种物理条件

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当建立并维持技术能力，以说明空间核动力源及其组成部分在正常运行中和潜在事故中可能暴露于何种物理条件。

这意味着各组织需要就正常运行中预期的物理条件制作模型和进行模拟的工程方面的具体能力，以及就引燃事故如极端气温和压力、化学反应和碰撞所产生影响急增进行复杂的模型制作的能力。

建议 28： 建立并维持技术能力，以评估空间核动力源应用潜在事故对人和环境造成的后果

任何参与空间核动力源飞行任务的组织应当建立并维持技术能力，以评估空间核动力源应用潜在事故对人和环境造成的后果。

这意味着各组织需要科学和工程方面的具体能力，以便解读潜在事故（如极端气温和压力、化学反应和碰撞）中可能产生的状况下核动力源在放射性释放概率和释放的潜在数量、形式和位置等方面的预期反应。

建议 29： 建立并维持技术能力，以确定并评估有哪些固有的和工程设计上的安全特征可以减少可能发生的事故对人与环境造成的风险

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当建立并维持技术能力，以确定并评估有哪些固有的和工程设计上的安全特征可以减少可能发生的事故对人与环境造成的风险。

保持这种能力包括负责核动力源设计、航天器、发射系统、整个飞行任务和飞行规则的不同部门之间保持有效、反复的信息交换过程。

建议 30：建立并维持空间核动力源应用的设计和开发程序

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当建立并维持达到可以合理实现的最高安全水平的设计和开发程序。

这意味着各组织应致力于通过落实达到可以合理实现的最高安全水平的空间核动力源应用设计和开发程序，实现《安全框架》的基本安全目标。为此，设计和开发程序需要将核动力源安全考虑因素充分纳入飞行任务所有阶段的总体安全中。

建议 31：规定将自以往实践中吸取的经验教训纳入空间核动力源应用设计和开发程序

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当制定一种程序，以便查明、评价并落实自以往实践中吸取的相关经验教训。

关于纳入自以往实践中吸取的经验教训的要求是所有飞行任务的一个标准要素，但空间核动力源飞行任务的某些方面使这一要求显得更有必要，如其相对频繁程度以及公众对其认知得到提高。自以往实践吸取的经验教训的相关性及其对核动力源应用部分设计的影响应在为正当性论证和发射授权决定编写的文件中述及。

建议 32：设计和开发程序规定酌情通过测试和分析来验证和鉴定设计安全特征和控制

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当确保设计和开发程序能够酌情通过测试和分析来验证和鉴定设计安全特征和控制。

根据美国的经验，需要进行下列测试以校准核动力源响应模型：爆炸超压测试、碎片射弹测试、坠落测试、撞击测试、大块碎片和飞板测试；以及固体推进剂燃烧鉴定测试。此外，由于可能的事故状况的种类要远远多于可以测试的事故状况，相当多的分析必须依赖计算机模拟。对这些数学模型和代码进行验证是空间核动力源应用设计和开发程序不可分割的一部分。

建议 33：设计和开发程序规定使用风险分析，评估设计特征和控制的有效性并向设计过程提供反馈

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当确保设计和开发程序使用风险分析，评估设计特征和控制的有效性并向设计过程提供反馈。

实际测试和计算机模拟的结果以及相关的运行实践，应当用来评估正常运行和可能的事故状况下核动力源设计特征和控制的响应特点和可靠性。这些内容在纳入合适的风险分析代码之后，有助于就核动力源设计特征和控制的有效性提供详细的信息。然后该信息被反馈到设计和开发程序，以寻求改进核动力源应用的设计。空间核动力源飞行任务的所有设计和开发阶段通常都要求多个技术版本，以查明最佳设计方案。

建议 34：规定进行风险评估以进行空间核动力源应用对人和环境造成的辐射风险的特征分析并证明这些风险的可接受性

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应当确保进行适当的风险评估，以进行空间核动力源应用对人和环境造成的辐射风险的特征分析并证明这些风险的可接受性。

此类风险评估的最后产品应包含计算得出的下列方面的“最佳估计”：每个事故场景的概率、发生此类事故时的释放概率、个人和民众可能的辐射剂量和土地污染方面的可能后果、总体风险计算（即概率乘以后果）以及各种估计数的不确定性分布。应当证明计算得出的风险是可以接受的¹⁰或者应在设计上作出改进使之可以接受。风险评估的结果以及证明可接受性的程度应纳入用来支持飞行任务发射授权请求的文件。

建议 35：规定确保作出所有切实努力，减轻使用空间核动力源应用造成的潜在事故的后果

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应确保作出所有切实努力，减轻使用空间核动力源应用造成的潜在事故的后果。

“纵深防御”基本原则应当适用于空间核动力源应用的设计。确保“任何单一的技术故障、人为或组织失误都不会导致有害影响”（《原子能机构基本安全原则》）的冗余原则对于空间核动力源应用而言可能并不总是可以实现的。在这种情况下，飞行任务规划者应证明，设计中已作出有效的替代安排，以实现“合理可行尽量低”总体要求，即潜在事故造成的风险将保持在合理可行尽量低的程度。

¹⁰ 按照建议 2，政府有责任提供法律和保障框架，其中除其他外列出保护地球生物圈中的人（个人和集体）和环境避免与在外层空间使用核动力源有关的风险的安全原则，并确立适当的保障机制，对负责安全的人或组织在安全上实现的成果进行独立监督。对于每次特定的空间核动力源应用，均应当使用安全原则并考虑到所有相关因素确定可接受的风险水平。

建议 36：规定制定和实施应急计划，以处理可能导致辐射危害的任何空间核动力源事故连锁进程

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应确保制定和实施应急计划，以处理可能导致辐射危害的任何空间核动力源事故连锁进程。

制定这些放射性事件应急计划时应基于空间核动力源应用发射批准程序文件中提交的数据和安全分析。应在发生事故时需要参与的所有实体之间就放射性应急计划进行协调。应在发射空间核动力源应用之前证明相关实体高效和有效执行应急计划的能力。

建议 37：规定建立和维持确定空间核动力源事故释放放射性材料的规模、性质和后果所需的能力

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应确保建立和维持确定涉及空间核动力源的事故是否释放了放射性材料，以确定其位置和性质并确定哪些地区可能受到污染所需的能力。

应当提供必要的技术能力、仪器、遥测、飞行详情和预测的核动力源状态，以便能够可靠、及时地进行此种定性。

建议 38：规定建立和维持建议采取哪些防护措施所需的能力

参与任何空间核动力源飞行任务组织应确保建立和维持建议采取哪些防护措施所需的能力，以限制涉及空间核动力源事故影响地区居民的暴露量。

应提供必要的技术能力、仪器和遥测，以便能够可靠、及时地确定并发布此类防护措施。

建议 39：规定建立和维持编制涉及空间核动力源任何事故相关信息的能力

参与任何空间核动力源飞行任务的组织应确保建立和维持编制涉及空间核动力源任何事故相关信息的能力，以便传播给有关的政府、国际组织和非政府实体以及广大公众。

应提供技术和通信领域的必要能力，以便能够可靠、及时地编制并发布此类信息。