



Distr.: Limited
7 February 2000
Chinese
Original: English

和平利用外层空间委员会

科学和技术小组委员会

第三十七届会议

2000年2月7日至18日，维也纳

议程项目6

在外层空间使用核动力源

与核动力源有关的地面程序和技术标准：大不列颠及北爱尔兰联合王国的立场

由大不列颠及北爱尔兰联合王国提交的工作文件

一. 导言

1. 在以前向和平利用外层空间委员会 (A/AC.105/593/Add.3) 或向其科学和技术小组委员会的 (A/AC.105/C.1/L.192 和 A/AC.105/C.1/L.203) 的文件中，大不列颠及北爱尔兰联合王国讨论了在空间使用核动力源 (A/AC.105/C.1/L.192)、空间核动力源风险论证 (A/AC.105/593/Add.3) 和对空间核动力源安全原则的解释和拟订 (A/AC.105/C.1/L.203)。关于对空间核动力源安全原则的解释和拟订的工作文件认为，概率风险评估的使用，为国际社会就辐射防护和核安全达成协商一致意见奠定了共同基础，从而不必分别审议放射性同位素和反应堆系统问题以及如何兼顾核推进剂的新发展问题，而且，它还将使人们可以按照一种共同标准毫无例外地对所有核技术的应用安全进行评价 (A/AC.105/C.1/L.203, 第7页)。文件指出，虽然这种以风险为基础的方法并不是实现高标准核安全的万应灵药，但只要辅之以与安全有关的原则并控制对外层空间的污染，这种方法是有可能会成为一种综合性的、有效的安全制度的。(A/AC.105/C.1/L.203, 第7页)

2. A/AC.105/593/Add.3 号文件涉及风险论证的要求，这对国际辐射防护委员会 (辐射防护委员会)¹ 所颁布的辐射防护原则是十分关键的，而且在国际原子能机构 (原子能机构) 审议核安全问题时也曾予以采用。² A/AC.105/593/Add.3 号文件的许多论点虽说至今仍是正确的，但对整个论证问题将需在对核动力源安全原则进行审查时结合国内和国际认识的重大最新发展重新加以考虑。

3. 正因为认识到这几点，再加上其他代表团所提供的重要投入，1998年2月举行的在外层空间使用核动力源问题工作组第十五届会议建议科学和技术小组委员会通过 (由俄罗斯联邦、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国提出的) 工作计划。这一建议获得赞同，随后便请会员国和国际组织提交关于下列专题的资料 (A/AC.105/697 和 Corr.1, 附件三)，以便在2000年和2001年进行审议：

(a) 确定与核动力源使用有关的地面程序和技术标准，包括那些将外层空间使用核动力源同地面核应用区分开来的因素；

(b) 审查与在外层空间发射与和平使用核动力源有关的各种国家和国际程序、提案和标准以及各国的工作文件。

4. 本文件将对联合国关于上述专题的立场予以介绍。

二. 与核动力源有关的程序和标准

5. 与空间核动力源有关的地面程序基本上有六类，即：

- (a) 核电站
- (b) 研究反应堆
- (c) 核动力船舶，特别是潜艇
- (d) 核材料运输
- (e) 燃料制造和再加工设施
- (f) 使用辐射源的工业和医学射线摄影

6. 其中，前四类为与空间核动力源有关的主要方面。

A. 核电站

7. 核电站和空间核动力源在以下方面有着明显的相似之处：

- (a) 都涉及技术复杂性和高级的科学和工程技术；
- (b) 都要依靠自动防护系统的高度完整性；
- (c) 都会在处理“工厂”运作时发生的问题方面遇到困难；
- (d) 由于需要处理大量放射性材料而存在着特殊安全（和公众关切）问题；
- (e) 任何这类工厂可能发生的许多潜在的事故可能会涉及工厂“所有人或发端地”以外的国家；
- (f) 在安全处理所产生废料方面所遇到的问题；
- (g) 在从事这两种工作的人员间树立和保持良好的“安全风气”是至关重要的。

8. 不过，核电站和空间核动力源之间也有着重大的不同之处，其中包括：

- (a) 所涉放射性材料的实际数量不同 - 核电站需要许多吨的材料，而多数核动力源应用却只需几十千克的材料；
- (b) 核电站是固定装置，而核动力源却是移动的（所以对于与向空间发射核动力源以及以后可能的重返有关的问题特别值得慎重考虑）；
- (c) 与地面核站的情况不同的是，多数核动力源运营人在核动力源升空后便不会受到辐射剂量的影响；
- (d) 与两种情况所产生的废料的处理有关的问题在许多方面大不相同；
- (e) 可能发生事故的类型就这两种类型的工厂而言是很不相同的；
- (f) 公众对空间探索和利用的风险和惠益的认识同对核电站的认识不相同。

B. 研究反应堆

9. 上述许多类似和不同之处也存在于研究反应堆与空间核动力源之间。不过，还有另外一些相似之处，例如，二者往往都颇带试验性，而且可能都是在一种安全措施不如正常工业环境下那么系统化的“大学”环境下运作的。这对于将地面标准同类似的空间核动力源标准进行的任何“比照”可能有着重大的影响。

C. 核动力船舶

10. 世界上大多数核动力船都是核潜艇类型，不过也有一些洋面船是（包括航空母舰）由核反应堆推进的（例如奥托·哈恩号）。这类“工厂”和空间核动力源之间之所以有着重大的类似之处，是因为它们都是移动性的，而且都须长期在不可能进行矫正性维修的恶劣环境下稳定运作。不过，由于上述种种船只都可能是加压水反应堆类型，所以它们与空间可能使用的快速反应堆不同而且也许毫无关系。

D. 核材料运输

11. 从短期角度看，情况似乎会是这样：由于存在着放射性同位素热电式发电机这样的主要问题，又由于反应堆是在临界前条件下发射的，所以放射性材料的运输同地面程序有着直接的关系。

三. 对联合王国地面核活动“标准”的审查

12. 联合王国与核设施安全有关的法律规定，民用核试验场须有许可证。许可证由卫生与安全行政部门授予并由英国核设施监察局进行管理。许可证制度是由核设施监察局通过核设施法令所规定的授权为场地许可证附加条件而建立的，这些条件可由法院予以执行。核设施法是与管理联合王国所有工作活动的工作等方面卫生与安全法（1974年）中的一项有关规定。应当注意的是，工作等方面卫生与安全法从性质上看只是规定目标，而具体的部门和活动则由根据该法制订的相应条例进行管理。

13. 核管理制度四十年来已在联合王国成功地运用于范围相当广泛的核设施，而且事实表明，该制度是一项强有力的、灵活的管制制度，可以根据所涉缺席核风险的程度进行调整。许可证制度包括核设施从设计到退役的整个寿命周期，并考虑到了对放射性废料管理进行管控的必要性。

14. 1979年，卫生与安全行政管理部门发表了核设施监察局核反应堆安全评估原则，并在不久后发表了相应的核化学工厂安全评估原则。这些文书随后经合并而成为单一的一套原则。反应堆安全评估原则曾经过详细的法律和技术审查，审查是在就萨福克赛兹维尔建立压水堆的提案开展公共调查时进行的，调查在八十年代进行，为期三年左右。负责调查的调查官建议卫生与安全行政部门发表一份关于其对可接受风险水平的想法的讨论文件。这份题为《核电站风险可承受率》的文件于1988年印发并于1992年修订。³考虑到风险可承受率方面的拟议风险“指标”的《安全评估原则修订本》也于1992年发表。⁴

A. 风险可承受率

15. 风险可承受率理论的基本特点可见图示。三角从上向下缩小表示风险的减少。向图中顶部移动便是（刚刚）可承受和不可承受部分的交界处。对于其风险处于不可承受部分的工厂将不予许可证。低于该部分的工厂原则上是可发给许可证的，但联合王国法律中关于合理可行尽量低规定却要求将风险降至合理可行尽量低的水平。在三角的较下部分，风险是大致可接受的，所以核设施监察局将不会要求再作进一步改进，不过法律仍然要求在合理可行时进行这类改进。环境保护方面适用于核动力源领域的风险评估的较一般事项，可见联合王国科学和技术政务厅题为《从数字看安全？：环境保护风险评估》。⁵

B. 英国核设施监察局安全评估原则

16. 英国核设施监察局安全评估原则首先包括涉及下述方面的五项基本原则，即法定剂量限制不得超过的规定和剂量和风险应保持在合理可行的最低水平的规定。联合王国的法定限制是以已体现在欧洲共同体基本安全标准指示中的辐射防护委员会建议为基础的（见下文第四节）。“合理可行性”概念是联合王国卫生与安全立法的核心特点：归根结蒂就是说，正常作业的辐射剂量和事故的风险应当保持在合理可行尽量低的水平上。合理可行尽量低是关于“可合理达到的最低水平”的联合王国提法。

17. 在应用安全评估原则中的风险可承受性概念时，可承受和不可承受部分的界限变成了基本安全限度，而大致可接受水平则变成了基本安全目标。就正常作业而言，工人大致可接受水平和公众剂量是同辐射防护委员会建议相一致的。

18. 适用于事故情况的原则包括设计基础事故，也是与国际上的意见相符合的，例如原子能机构的意见。其中还包括与严重事故有关的原则，而且这些原则也同样是与国际上意见相符的。不过，就概率安全分析而言，安全分析原则将具体风险的可承受限度变成了基本安全限度频率-后果图，称为“阶梯”图，而大致可接受的风险可承受水平则变成了在频率方面低二十级的平行的基本安全目标阶梯。该图所依据的假定是，事故的潜在后果越大，发生的频率便应当越低。但是，核设施监察局在构思该图时，是将随后的步骤同因事故的严重程度不同而需采取的不同行动联系起来考虑。核设施监察局还采用了关于核心损害频率和大量放射性释放的原则，后者系用于指各种社会风险。

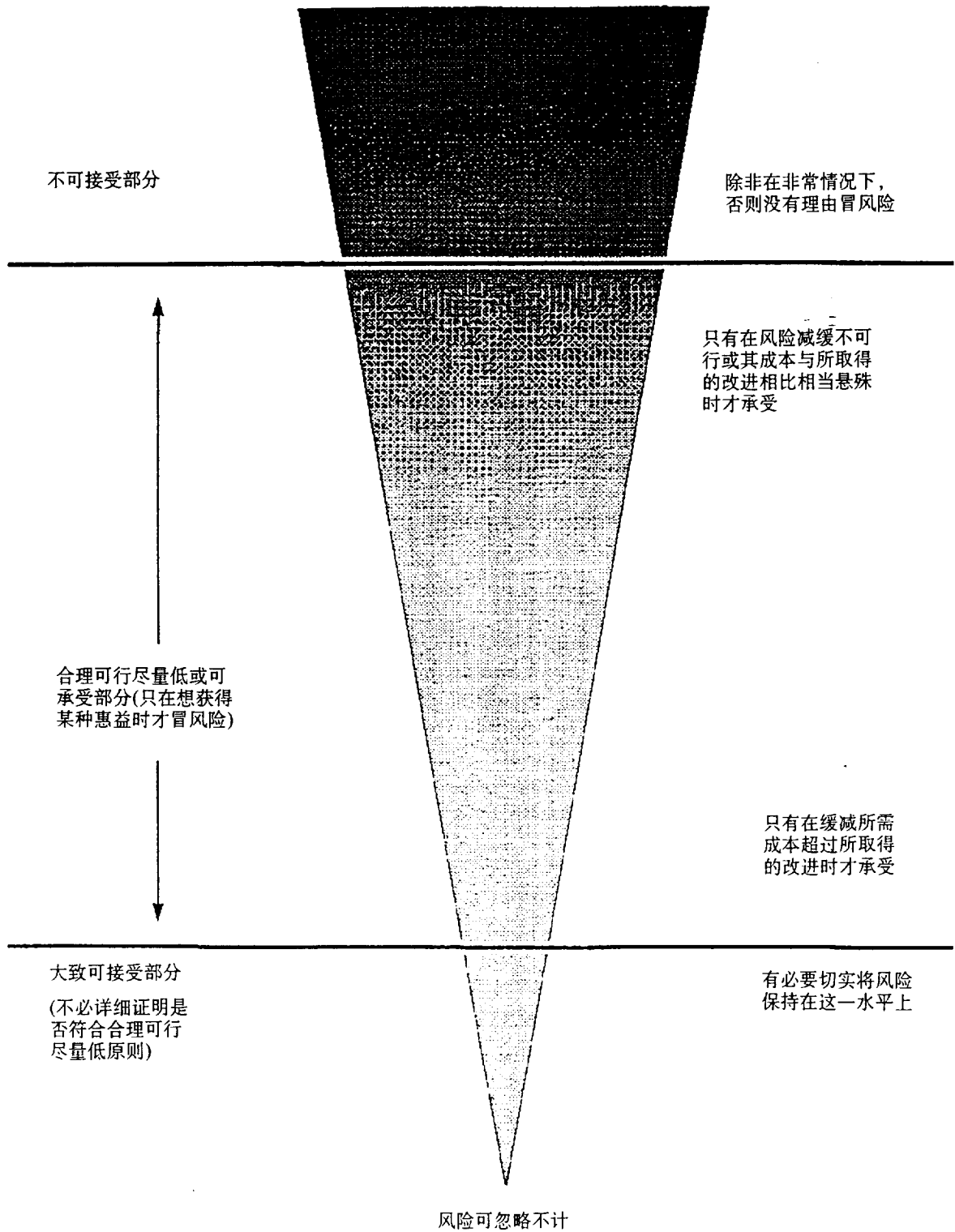
19. 由于概率原则是数字性的，所以人们往往以为这些原则便是核设施监察局判断工厂是否可获许可证的唯一标准。其实完全不是如是；这些原则只是安全分析原则中的一小部分而已。工程原则在所有原则中占 75% 左右。如果某工厂符合工程原则，则概率原则应提供的将是这样一种检测：一般说来，这种检测将确认该工厂的可接受性，或者在可能情况下重点指出设计中存在着不足之处的方面。这些数字性检测可以说是评估程序的最后修整工作，尽管也不应贬低在工厂设计早期阶段采用概率法的重要性。

C. 工程原则

20. 工程安全分析原则首先是涉及三大类的 20 条基本原则：第一类是健全概念的必要性；第二类是对工厂安全至关重要的工程要求；第三类是对工厂成本有重大影响的各项原则。这些基本原则中还包括与纵深防御、内在安全或失效保护设计、多样性、冗余性、离析和布局等著名原则。

21. 然后是 200 多条更详细的原则，从一般角度讨论为保证工厂安全而需要的设计和工程特点。其中许多原则与空间核动力源并无关系，但有些也可具有一定的“比照”作用，例

风险水平和合理可行尽量低原则



如安全管理和人的因素等。人的因素的考虑包括范围十分广泛的一些要求，而且，人的因素往往与工程设计的许多方面相互影响。因此，在工程原则中，有一节是讨论人的因素的，包括人的因素对其他方面的贡献，例如概率安全分析和寿命周期要求等。这样便强调了在核工厂寿命周期各阶段对人员职能进行分析的重要性。

D. 小结

22. 风险可承受性理论和英国核设施监察局的安全评估原则并不以规范为目的，而是提出一些应由联合王国获许可证的核设施达到的高层面安全目标，然后由许可证持有者去说明如何实现这些目标的情况。这种基本上属于非规范性的方针，同某些其他核管制机构的方针颇不相同，特别是同美国核管制委员会的方针。该委员会相当详尽地规定了许可证持有者必须使用的源项、分析工具、建模假设等。这种规范性的管制制度的好处是具有统一连贯性和可复制性，但往往要求资源密集并且会妨碍许可证持有人方面的创新。非规范性方针例如英国核设施监测局所采用的方针，则将研拟各自安全解决方案的责任大都交给许可证持有人。核设施监察局鼓励甚至要求各许可证持有人就其希望运营的具体类型的核工厂制订自己的安全标准。核电站运营人、联合王国原子能管理局、塞拉菲尔德燃料再加工工厂（英国核燃料有限公司）的运营人和国防部等已制订了这类标准。

23. 许可证持有人和核设施监察局的一项共同任务是，确保在采用各有特色的安全标准的同时，切实做到相互间理解和沟通，而且在妥善予以实施时可达同样水平的安全。在非规范性管制制度中，许可证持有人与管制机构在以下方面是很可能发生误解的：

- (a) “安全案例”到底是什么；
- (b) 在进行成本利得分析时应采用什么假设和规程以便表明已达到了“合理可行尽量低”原则；
- (c) 工厂的风险情况作为一个时间函数可望如何变化。

24. 对这些有可能发生误解的方面需要予以讨论和解决，才可使管制部门并通过该部门使议会和公众确信正在达到充分的安全水平。

四. 对联合王国标准有影响的最近国际发展动态

A. 国际辐射防护委员会 1990 年建议

25. 辐射防护委员会建议是世界范围内辐射防护的基础，也是联合王国辐射防护立法的起点。在欧洲联盟，辐射防护委员会建议已体现于一些具有法律约束力的规定之中，主要是在基本安全标准指示之中。作为欧洲联盟的成员，联合王国应受建立欧洲原子能联营条约的管束并应执行上述指示。辐射防护委员会于 1990 年发表建议增订本时¹，欧洲联盟开始着手对该项指示的修订工作。修订本于 1995 年由欧洲联盟成员国通过，执行期为四年。指示中大多数规定已在根据《工作等方面卫生与安全法》拟订并于 2000 年 1 月 1 日生效的电离辐射条例修订本中得到了体现。

26. 新建议对联合王国地面核活动的最重要的影响也许在于：

- (a) 更加强调对这类活动的“论证”；
- (b) 危险和风险评估要求；
- (c) 新的剂量限度，即，就所涉工人而言，或者是每年 20 mSv 的限度，或者是每五

年 100 mSv 的限度，但任何单独年份均不得超过 50 mSv；

(d) 与天然辐照有关的更明确的规定。

27. 据认为，这些建议对于空间核动力源安全原则的任何可能进行的改写也将产生影响。此外，因发射失败或重返事件而引起的对公众的辐射的可能性，仍将是一个重要问题。

B. 核安全公约

28. 核安全公约的想法是在切尔诺贝利事件发生后产生的，并在 1991 年 9 月 2 日至 6 日在维也纳举行的核动力安全问题国际会议上正式提出。经过近三年的拟订工作，终于在 1994 年 6 月 17 日的一次外交会议上通过了“核安全公约”。⁶公约于 1996 年 10 月生效。到 1999 年第一季度时，几乎所有拥有核动力设施的国家都成了公约缔约国。1999 年 4 月 12 日至 23 日期间，缔约国在维也纳举行了会议，以审查它们在实现下述目标方面所取得的进展：

(a) 通过加强各种国家措施和开展酌情包括与安全有关的技术合作在内的国际合作，在世界范围内实现并保持高水平的核安全；

(b) 在核设施中建立并维持针对潜在的辐射危险的有效防御体系，以保护个人、社会和环境免受这类设施所产生的电离辐射的有害影响；

(c) 防止带放射后果事故的发生并在其发生时减缓这类后果的影响。

29. 公约采取了一种创新性的“奖励”办法，以便在世界范围内加强核安全文化。主要是由缔约国定期编写关于其核活动的国家报告，然后由其他缔约国对报告进行同行审查。通过编写国家报告，缔约国为世界核动力的现状建立起宝贵的记录。另外，公约审查过程第一轮期间还就利用这种能源的几乎所有国家的核安全状况编写了“基准”。可使用这种基准来评估未来在加强核安全方面所取得的进展。

C. 核安全公约的技术依据

30. 在 1978 年至八十年中期期间，原子能机构发表了 5 份实施法规和近 60 份安全指南，都是根据成员国国家经验写成的。还在原子能机构方案项下编写了一套独特的标准(核动力工厂核安全标准、放射性物质安全运输条例和放射性废物安全标准)，目前正在进行增补更新。所载建议涉及管制机构活动的所有重要方面：法律框架、组织结构和人员安排、审查和评估、视察和实施、许可证颁发、应急准备、条例和指南等。这些建议在国际统一协调方面起到了重要作用。

31. 原子能机构国际核安全咨询组(核安全咨询组)已确定了三项基本管理原则(安全文化、运营组织的职责和管控与核查)，三项纵深防御原则(纵深防御、事故预防和事故缓减)，六项一般技术原则(经验验证有效的工程做法、质量保证、人的因素、安全评估和核查、辐射防护和运营经验与安全研究)，分布于七个领域的 50 项具体原则(选址、设计、制造和施工、调试、运营、事故管理和应急准备)。

32. 在编写于 1993 年出版的《安全基本法则》过程中，原子能机构核安全咨询组更进一步将从三项基本安全目标中得出的原则予以在压缩而确定了 25 项基本安全原则，核安全公约便是以这些原则作为技术依据的。据建议，对外层空间核动力源原则的任何审查，都应认真注意到安全基本法则和核安全公约中所采取的方针。

33. 就空间核动力源而言，放射性同位素热电式发电机的使用和临界前条件下反应堆的发

射，意味着与放射性物质的运输有关的地面条例也有着直接的意义。因此，在对空间核动力源原则进行任何审查时，都应考虑到原子能机构的放射性物质安全运输条例。⁷

五. 空间核动力源与地面核动力源不同的方面

34. 以前的讨论说明在空间核动力源所遇到的安全问题与地面核工厂特别是核电站所遇到的问题之间有着许多类似之处。在处理这些问题时，预计以全面概率风险分析为基础的安全案例概念对空间核动力源和对地面核活动将同样适用；安全文化方面应十分类似；风险理论也将相同。卫生与安全行政管理部门的风险可承受率文件中提出的风险理论所依据的概念，似乎具有广泛的适用性，而且已为辐射防护委员会和原子能机构等国际组织所采纳。据建议，在对空间核动力源原则进行任何修订时，都应认真考虑到这些概念。但也应当承认，空间核动力源的实际的数字性风险“指标”，可能因种种尚待探讨和说明的原因而与地面核活动的指标有所不同。

35. 不过，空间核动力源和地面核动力源之间的某些重大不同之处，是需要加以考虑的，其中包括：

(a) 空间核动力源利用的论证比地面核活动利用的更复杂一些，见 A/AC.105/593/Add.3 号文件中的讨论；

(b) 空间核动力源是装在移动设施中的，这就引起了一系列在地面核标准中通常未曾涉及的设计和运作问题以及潜在的事故假设方案(尤其是在升空和可能实施的重返期间)；

(c) 轨道飞行器中的核动力源将不断飞越许多国家，从而引起第三方赔偿责任、向第三方提供安全资料和处理异常和紧急情况等问题；

(d) 往往无法对空间核动力源进行在役检查；

(e) 对空间核动力源进行在役维修很困难；

(f) 空间核动力源的最终处置会产生一些特殊的问题(有时候会延误若干年后才予以处置)；

(g) 空间核动力源潜在应用的多样性和潜在用户的广泛性，也为在所涉漫长期间之内维持适当的“安全文化”造成实际困难。

36. 但是，不应因为有了这些不同之处便不使用确定核动力源原则的现代(框架)法——例如核安全公约和原子能机构安全基本法则中所采用的方法。

六. 结论和建议

37. 事实表明，根据英国核设施监察局安全评估原则中所阐述的风险可承受率理论，联合王国对确定地面核设施安全标准的方针，在许许多多的情况都是既强有力又十分严谨的(同时又给运营人留下了为自己特定的工厂提出自己的安全解决方案的灵活性)。建议将其作为今后对空间核动力源安全原则进行任何审查时的背景进一步予以研究。

38. 辐射防护委员会 1990 年建议¹中纳入了一些新概念，特别涉及剂量限度和进行危险和风险评估的必要性，这对空间核动力源是有影响的，应当作为对空间核动力源原则进行审查的基本组成部分。

39. 在原子能机构主持下制订的核“标准”，特别是核动力工厂安全基本法则和核安全公约，对于世界范围内地面核动力工厂的协调统一和提高安全水平方面的透明度，有着重要

的影响。建议对其认真予以研究，以了解哪些方面可作为空间核动力源领域的借鉴。

40. 虽然说将空间可能需要用到的一系列核装置都包括在内是十分重要的，但也可能需要对那些在短期、中期和远期最有可能用到的装置给予一定的强调，以便于对问题和优先活动的管理(例如，短期内可能会继续使用放射性同位素热电式发电机和放射性同位素发热装置)。

注

- ¹ “国际辐射防护委员会 1990 年建议”，辐射防护委员会出版物第 60 号，《辐射防护委员会记录》，第 21 卷，第 1-3 号(1991 年)。
- ² 《核设施安全》，安全丛书第 110 号，(国际原子能机构 1993 年，维也纳)。
- ³ 《核电站风险可承受率》(英国皇家印书局，1992 年)。
- ⁴ 《核工厂安全评估原则》(英国皇家印书局，1999 年)。
- ⁵ 大不列颠及北爱尔兰联合王国科学和技术政务厅，《从数字看安全?：环境保护风险评估》，1996 年 6 月。
- ⁶ 国际原子能机构，“核安全公约”(Infcir/449)，附件。
- ⁷ 《放射性物质安全运输条例》，安全标准丛书，ST-1 号(国际原子能机构，1996 年，维也纳)。