

裁军谈判会议

CD/1719
9 October 2003

CHINESE
Original: ENGLISH

2003年10月1日荷兰常驻裁军谈判会议代表致会议秘书长的信，
其中转交2003年9月26日于日内瓦举行的关于禁止生产
用于核武器和其他核爆炸装置的裂变材料条约的
第五次可自由参加的非正式会议的纪要，
该会议的召开是荷兰为禁产条约
所作努力的一部分

我谨转交关于禁止生产用于核武器和其他核爆炸装置的裂变材料问题的第五次可自由参加的非正式会议纪要，该会议的召开是荷兰为禁产条约所作努力的一部分。会议于2003年9月26日星期五举行，由荷兰王国常驻裁军谈判会议代表团筹办。

第五次会议的主题是裂变材料的非武器使用：舰艇推进。会上，麻省理工学院核工系国际研究中心研究员马文·米勒博士和国际原子能机构的塔里克·拉乌夫博士以个人身份对这个问题作了介绍。

与会者人数远远超过100。有45个以上的国家派代表参加了会议，其中一些国家是首次参加会议，这表明对参加这个问题的实质性辩论的兴趣正越来越大。

谨请将此信及其附件作为裁军谈判会议的正式文件分发给裁谈会所有成员国和参加工作的非成员国。

导 言

米勒博士强调，他是以个人身份发言。他举出了恐怖主义分子可能利用高浓缩铀尤其是武器级铀来制造枪式核武器的危险。米勒博士以普遍使用的高浓缩铀反应堆和核动力潜艇为例，概述了未来禁产裂变材料条约的困难及目前存在的扩散危险(详细情况见所附的他对这个问题的说明)。

拉乌夫博士也以个人身份发言。他介绍了将裂变材料用作潜艇燃料所涉及的不扩散问题。他特别提请会议注意，在这方面缺乏保障。他还说，如果未来的禁产条约不涵盖舰艇推进问题，则保障制度的这个重大漏洞还会存在下去(详细情况见所附的他对这个问题的说明)。

第 14 款

米勒博士和拉乌夫博士都提请注意援引《不扩散条约》的保障协定范本(INFCIRC/153)第 14 款的“免除规定”所可能引起的问题。第 14 款使全面核查产生了漏洞，因为它容许国家对强制性视察的范围作一些例外规定。

一些与会者认为，由于潜艇作业的高度机密性质，并由于潜艇大部分时间都在海底作业，几乎不可能建立一种全面保障制度。在这方面有人指出，潜艇的设计、反应堆、燃料组成等等均属于高度机密，缔约国将极不愿意让潜艇接受视察。

有人还提到，在《不扩散条约》下，基本上存在以下两类活动：允许的活动和禁止的活动。有人认为，如果基于反应堆、潜艇等等的机密性质而对视察的范围加以限制，则对以上两类活动加以区分会有困难。

原子能机构的作用

其他与会者认为，这个漏洞应当补上。米勒博士回答说，他认为原子能机构应探讨这一可能性并努力达成解决办法。拉乌夫博士说，如果舰艇推进问题被排除在原子能机构的视察范围之外，保障制度就会留下一个很大的漏洞。然而，拉乌夫博士又说，在一定程度上，这个漏洞已经弥补了，因为原子能机构确实对未宣布的高浓缩铀进行调查和跟踪。但是，原子能机构内部未曾讨论过舰艇推进这个具体问题。他还说，原子能机构已经开发出一种技术，能够拆卸弹头而不致泄露所使用的同位

素的组成。这种技术也许可为视察船用反应堆提供解决办法。远距离监测反应堆也许很困难，因为这会泄露舰艇的位置。

开发新技术

另一些与会者强调，有必要开发新的技术，以简化对未作说明的军事用途进行监测的工作。外交界不应当再耐心坐等科学界开发出新技术，而应要求它们为解决眼前的问题而开发可用的技术。

禁产裂变材料条约

几名与会者强调了禁产条约对于防止裂变材料扩散和防止非常规恐怖主义的重要性。在这方面有人甚至提到，将高浓缩铀用作航天器动力源可能也是一个问题。

各方广泛认为，现在应可开始谈判禁产条约了。一些人表示，禁产条约将只涉及战争用材料，而与裂变材料的民用或和平使用无关，尽管对后者进行核查的问题仍未解决。有人指出，应在谈判开始之后处理这个问题。

荷兰常驻裁军谈判会议代表
大使
克里斯·桑德斯(签名)

附件一

舰艇核反应堆使用高浓缩铀的问题 及与禁产裂变材料条约的关系

马文·米勒

麻省理工学院核工系国际研究中心

2003年9月26日，瑞士日内瓦

1. 在座的许多人都知道，布什政府于 2002 年 12 月发表的战略文件《对付大规模毁灭性武器国家战略》支持谈判一项“可促进美国安全利益”的禁产裂变材料条约。为了弄清这个短语的含意，我曾经向在美国国务院任职的一位同事请教。他对我说，该文件是总统的一项机密指令的非保密版本，指令的内容更为详细，但不得在公开会议上引用。然而他表示，禁产条约在布什政府的不扩散议程上不算优先，而美国的立场与威廉·麦卡锡和安德鲁·巴洛最近发表的一篇文章中的看法一致，该论文的标题是“禁产裂变材料条约的核查问题”。具体而言，美国政府将只支持这样的条约：适用于未来的生产，而不适用于现有的储存；认真对待核查；允许为民用和非爆炸性军事应用诸如舰艇推进的目的生产氙和裂变材料。关于最后一点，他半开玩笑地说，美国政府不会允许“禁产裂变材料条约的重要性压过核海军”。这就是说，美国海军将继续在船用反应堆中使用高浓缩铀，特别是武器级铀(93.5%为铀 235)，并将反对对船用燃料循环中的高浓缩铀进行侵扰性核查。

2. 另一方面，在九·一一之后，国际社会日益关注高浓缩铀特别是武器级铀被转用的危险，尤其是恐怖主义团体使用这类材料制造枪式核武器的可能性。这促使军控界重新重视民用陆基反应堆和船用反应堆不再使用高浓缩铀的问题。事实上，自 1978 年以来，美国的阿尔贡国家实验室即实施一项在研究和训练用反应堆中减少使用高浓缩铀的方案(RERTR)，目的就是促使民用反应堆不再使用高浓缩铀。到目前为止，美国及另外 19 个国家境内有 38 个原先使用高浓缩铀的研究反应堆已经完全改用或正开始改用低浓缩铀。此外，已经或正在或计划建造 21 个新的研究

反应堆，它们都使用 RERTR 方案所开发的新的低浓缩铀燃料。[美国 RERTR 方案的进一步情况见其网站：<http://www.td.anl.gov/Programs/RERTR/RERTR.htm>]

3. 然而，研究反应堆不再使用高浓缩铀的目标还远远没有实现。尽管俄罗斯也与美国一样实施了自己的 RERTR 方案并且将它原先出口的相当大一部分武器级铀反应堆的浓缩度顺利地降低到 36%，但这项方案由于缺乏资金而于 1988 年中止。1993 年，在与美国 RERTR 方案合作下，又重新开始实施，目标是在 2012 年年底前使美俄两国设计的所有研究反应堆都改用低浓缩铀。为此，需要开发出新的、更好的低浓缩铀燃料，特别是铀的密度较高从而能补偿浓缩度的降低的燃料，以改装现有的一些要求最高的高浓缩铀反应堆，例如麻省理工学院的研究反应堆，并鼓励所有未来的研究反应堆都使用低浓缩铀燃料。

4. [将反应堆燃料元件中的高浓缩铀简单替换为低浓缩铀而不采取补偿措施，会使反应堆中的中子强度(通量)下降和燃料的寿命缩短，从而影响反应堆作为实验设施而可能发挥的作用，并会影响运行费用。主要的补偿措施是增加燃料中的铀数量(含量或密度)，办法有两个：一是提高现有燃料类型如铀铝混合物中的铀比例，另一是使用铀密度本来就较高的新燃料，例如硅化铀。如果可重新设计燃料元件，密度也许就不需提高到那么高。例如，若要使麻省理工学院研究反应堆燃料的浓缩度从 93.5%降为 20%，则现有形状的燃料和形状有所改变的燃料的铀密度分别需达到 8.6 克/立方厘米和 7.6 克/立方厘米。目前许可生产的铀密度最高的燃料的铀密度为 4.8 克/立方厘米，但正在开发铀密度要高得多的燃料，例如所谓的单块铀钼燃料，其铀密度高达 16 克/立方厘米。(麻省理工学院反应堆目前所用燃料的铀密度为 1.7 克/立方厘米。)]

5. 因此，所有现有和未来的研究反应堆都使用低浓缩铀的前景是看好的。然而，仍有大约 50 个功率至少为 1 兆瓦的以高浓缩铀为燃料的研究反应堆没有为改用低浓缩铀进行改装，还有许多虽已正式关闭但未退役的研究反应堆，其中一些也许储存了大量的而且安全条件很差的高浓缩铀。供研究反应堆用的高浓缩铀现有储存量估计约为 20 兆吨。[此外，德国的一个功率为 20 兆瓦的新反应堆 FRM-2 预定将使用高浓缩铀，但若开发出密度较高的燃料，将来也可能改用低浓缩铀。]

6. 高浓缩铀船用反应堆改用低浓缩铀的前景又如何呢？目前，海上约有 170 艘核动力舰艇，其中约有 150 艘为潜艇，而在这些潜艇中，攻击潜艇和巡航导弹潜

艇加起来的数目约为弹道导弹潜艇的两倍。[详情见以下论文第 91 页上的表 1：马春彦(音译)和弗兰克·冯希佩尔，“停止为船用反应堆生产高浓缩铀”，《不扩散评论》，8(2001)，第 86 至第 101 页。]尽管目前只有五个安理会常任理事国才拥有核动力舰艇，而美俄数量最多(共约 135 艘)，但这几年来有若干个无核武器国家曾表示有意购置核动力潜艇。事实上，在座的许多人都知道，正是在一些希望保留核动力潜艇这一选择的国家如意大利和荷兰的坚持下，《不扩散条约》的保障协定范本(INFCIRC/153)第 14 款才纳入了不把用于此种非爆炸性军事目的的核材料置于保障之下的权利。[玛丽-弗朗斯·德雅尔丹和塔里克·拉乌夫曾全面分析过为了在不受保障的情况下将核材料用于非爆炸性军事目的而援引 INFCIRC/153 第 14 款或《不扩散条约》第三条第 2 款所涉及的扩散问题，例如见“打开了潘朵拉之盒？核动力潜艇与核武器扩散”，奥罗拉论文丛编第 8 号(渥太华：加拿大军备控制和裁军中心，1988 年)。]

7. 然而，直到 1987 年 6 月加拿大宣布打算购买核潜艇舰队之前，第 14 款的“漏洞”仍然只是一个不具实际意义的问题。当时，我刚在美国军备控制和裁军署做了一段时间的访问研究而回到麻省理工学院不久。我们在裁军署已知道巴西的一个秘密项目：巴西打算建造一个离心厂来生产浓缩铀，用作巴西计划购置的一艘核潜艇的燃料。美国政府担心的是，巴西当时尚未签署《不扩散条约》，如果它生产的铀燃料与美英潜艇的燃料一样同属武器级，则巴西就同时有了核武器的选择。鉴于负责巴西核方案的海军将领和他的几名副手都是麻省理工学院核工系的校友，而我们有几位资深教授也曾在美国核海军方案工作过，在麻省理工学院开始实行一个将低浓缩铀用作舰艇推进燃料的可行性研究项目似乎是不错的主意。

8. [使现有的以高浓缩铀为燃料的船用反应堆特别是潜艇反应堆改用低浓缩铀燃料，其困难程度要比陆基研究反应堆改用低浓缩铀更大。舰艇特别是潜艇上面的空间非常紧张，因此，在未开发出铀密度较高的适当燃料的情况下，为保持相同反应堆功率和燃料寿命而加大堆芯体积的做法并不实际。此外，船用反应堆必须在极其不利和危险得多的环境下(例如在战斗中和水下)长期可靠地运行，并且最好是在舰艇使用期限内一直可靠运行，这就可能根本无法使用那种改用低浓缩铀的研究反应堆所适用的高密度燃料了。但是，如下所述，也许有可能“从头开始”设计一种使用低浓缩铀的新式核动力舰艇。详情见下面。目前，美英两国用武器级铀作为

其核动力潜艇和舰船的燃料。俄罗斯的潜艇使用浓缩度达 45% 的高浓缩铀，其破冰船则使用浓缩度达 90% 的高浓缩铀。法国现有的潜艇使用低浓缩铀和武器级铀两种燃料，依潜艇类型而定，但未来设计的潜艇将使用低浓缩铀，而中国使用的是低浓缩铀。详细情况见马春彦和弗兰克·冯希佩尔，同前，表 2,第 92 页。]

9. 加拿大作上述宣布时，有关项目已在进行中。由于英国和法国竞相为加拿大提供核动力潜艇，我们很快就得到了潜艇反应堆能够以低浓缩铀作燃料的“实在证据”。我在 1988 年初与伊夫·吉拉尔见过面，他当时正是法国负责向加拿大推销法制“红宝石”级核动力潜艇的一组人员中的一员。他对我说，这种潜艇从一开始就设计成使用低浓缩铀而不是高浓缩铀。具体而言，功率为 50 兆瓦的“红宝石”级反应堆使用的燃料有三个不同的浓缩度，平均浓缩度为 7%。这就要求每 10 年更换一次燃料，而不像较大型的美国“洛杉矶”级核动力潜艇那样每 20 年才更换一次。因此，船壳中决定安装舱口，从而使潜深只能达到 350 米。使用浓缩度为 7% 的燃料而不使用当时美国船用反应堆所用的浓缩度为 97.3% 的燃料的另一个后果是，堆芯体积大为增加，但由于反应堆的结构设计紧凑简单，属于“一体化”式，蒸汽发生器安装在压力容器里面而不是像标准回路式反应堆那样安装在外面，所以节省了一部分体积。总之，吉拉尔说：“你一定要理解，我们的预算有限。所以，合理的目标不是要制造出全世界最好的潜艇，而是求得最高的效费比。”

10. 麻省理工学院核工系研究人员后来确认了“红宝石”级为潜艇能够以低浓缩铀作燃料所提供的“实在证据”，而且还更进一步证明，如果将“红宝石”级燃料的浓缩度从 7% 提高到 20%，核芯寿命就可从 10 年增加到 20 年，这与他们所能够猜测到的美国船用反应堆燃料秘密设计的浓缩度为 97.3% 的堆芯模型的寿命相同。对功率大小相同的反应堆而言，若使用浓缩度为 20% 的燃料，堆芯体积就必须增加 2.5 倍。

11. 等到美国核海军开始考虑舰艇推进燃料从武器级铀改用低浓缩铀的可能性的时候(见 1995 年 6 月的《关于核舰艇推进使用低浓缩铀的报告》)，人们对核动力潜艇扩散的顾虑已经小多了。加拿大已于 1990 年放弃了拥有核潜艇的雄心，主要是出于费用方面的考虑：比起现代的柴电潜艇，核潜艇的建造和维护费用高得多。此外，在一起海上核事故后，印度已经将它 1988 年在备受瞩目的情况下向苏联租用的一艘核动力潜艇悄悄地还回去了，而巴西则将其核潜艇方案的规模大大缩小并

保证不使用浓缩度高于 20% 的燃料。然而，上述美国报告的基本结论是，将燃料浓缩度从武器级降到 20% 所要求的堆芯体积的相应加大，是美国海军所不能接受的。这个结论具有重大的技术影响和政治影响。美国海军的目标是建造全世界最好的核动力舰艇，五十多年来一直通过一项开发方案来优化燃料的设计，以尽可能小的体积提供结实可靠的动力源，从而为支持各种战术动作而根据需要迅速地、经常地改变功率，并且在舰艇使用期限内一直能够运行。美国海军坚信，如果为了改用低浓缩铀而必须把燃料的铀密度提高到足够高，同时又不加大堆芯的体积，则性能会受到严重影响。这一点，在得不到机密资料的情况下，是不可能核实的。

12. 今后的情况会如何呢？从新型美国核潜艇的寿命已从 20 年增加到 33 年可以看出，美国已经设法提高了它们的武器级铀燃料的铀密度和/或加大了堆芯体积。如果循这个方向演变下去，是否有可能使用低浓缩铀呢？也许，从需要为舰艇推进生产更多的高浓缩铀的角度来看，令人欣慰的是，美俄两国都已储存了大量的高浓缩铀，不需再生产任何高浓缩铀，也足够供它们的核动力舰队用很长时间了。尤其是，美国海军曾表示，按照目前估计每年两吨左右的使用速率，它所储存的高浓缩铀燃料可供它的核舰艇使用“好几十年”。在这期间，美国大可带头认真探讨使用新型低浓缩铀燃料的可能性——或许就是 RERTR 方案下为了使余下的高浓缩铀研究反应堆改用低浓缩铀而正在开发的一类新燃料。此外，还可探讨对船用燃料循环进行不具侵扰性但可让人信任的监测的可能性。

13. 关于前一种可能性，我要指出的是，前面提到的高密度铀钼燃料可惜不适合船用反应堆使用，主要原因是它在高温条件下的冶金性能很差，而船用反应堆都是在高温条件下运行的。关于后一种可能性，人们早已认识到并且同意军控协定中的核查规定需具有可信性，但不应具有侵扰性，例如原子能机构保障协定的所谓的“附加议定书”(INFCIRC/540)和《化学武器公约》中的对设施的“有节制准入”规定。当然，“问题都出在细节”尽管如此，拟订出可信的核舰艇保障程序，应当是有可能的。详细的讨论见莫滕·布雷默·梅尔利关于这个问题的一系列论文，最近的一篇是“提高高浓缩铀船用燃料的透明度和进行非侵扰性核查的几种合乎时宜的办法”，《核材料管理杂志》，第三十一卷，第 4 期，2003 年夏季号。

附件二

禁产条约会议，2003年9月25日，日内瓦

1987-1990年加拿大核潜艇购买方案

塔里克·拉乌夫

(国际原子能机构对外关系和政策协调办公室

核查和安全政策协调处处长)

个人评论

不代表任何组织

从1986至1995年，塔里克·拉乌夫在渥太华的加拿大军备控制和裁军中心工作，该中心是由加拿大对外关系和国际贸易部(即加拿大外交部)提供部分资助的一个独立智库。在这期间，他积极从事包括加拿大国防政策问题在内的加拿大核军控和裁军政策问题研究。1990-2001年间，他曾担任参加不扩散条约审议大会及其筹备委员会会议的加拿大代表团的不扩散问题专家/顾问。本演讲的内容选自他于1987至1990年间的著作和文章，绝不代表任何组织或团体的观点——本文表述的观点完全是个人观点，纯为促进讨论之用。

加拿大核潜艇购买方案：

1987 至 1990 年

- 1987 年 6 月：加拿大国防白皮书确认需要为加拿大海军购买 10 至 12 艘核动力潜艇
- 明说的任务要求：保护海上交通线和格陵兰—冰岛—英国通道，保卫领水
- 未明说的任务要求：维护加拿大在北冰洋的领土要求，包括保护西北通道及其它北冰洋海上通道，禁止外国船只通行
- 核动力潜艇候选供应国：英国(“特拉法尔加”级)/法国(“红宝石/紫石英”级)
- 核动力潜艇燃料：“特拉法尔加”级(高浓缩铀)，“红宝石”级(低浓缩铀)

加拿大核潜艇购买方案：

所涉不扩散问题

- 《不扩散条约》：不禁止购买核动力潜艇
- INFCIRC/164：加拿大的《全面保障协定》
- INFCIRC/164 第 14 款：对用于非和平活动的核材料不实施保障
- 执行第 14 款的安排范本(?))
- 保障的先例(?))
- 不扩散的先例(?))

加拿大核潜艇购买方案：所涉不扩散问题

- 关键问题：对用作核潜艇燃料的高浓缩铀/(低浓缩铀)免于实施保障？
- “特拉法尔加”级：美国特许英国生产和使用的舰艇推进反应堆(SP-5)
- 美英核合作协定规定，在没有事先得到美国明确许可的情况下，不得再转让或提供给第三国
- 高浓缩铀燃料的同位素成分及制造资料等仍属于高度机密
- 基于保护机密情报的理由而对高浓缩铀燃料免于实施保障的必要条件

加拿大核潜艇购买方案： 所涉不扩散问题

- 关键问题：对用作核潜艇燃料的高浓缩铀/(低浓缩铀)免于实施保障？
- “红宝石”级：由法国本国设计、以芯块形式燃烧低浓缩铀的舰艇推进反应堆
- 低浓缩铀燃料的同位素成分及制造资料等仍为高度机密(?)
- 基于保护机密情报的理由而对低浓缩铀燃料免于实施保障的必要条件(?)

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

- INFIIRC/153(INFICRC/164)第 14 款

对用于非和平活动的核材料不实施保障的规定

14. 协定应规定：如果当事国打算实行自己的决定，即把需受保障的核材料用于按协定不需实施保障的核活动，则将运用以下程序：

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

INFIIRC/153(INFICRC/164)第 14 款

(a) 当事国应将该项活动通知机构，并说明：

- 一、在非禁止的军事活动中使用这些核材料将不与当事国可能已作出的并据以实施机构保障的承诺相抵触，并说明这些核材料将来只用于和平核活动；并且
- 二、在不实施保障期间，这些核材料将不被用于核武器或其他核爆炸装置的生产；

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

INFIIRC/153(INFICRC/164)第 14 款

- (b) 机构与当事国应作出安排，使这些核材料仅在这类活动中才不被实施协定中所规定的保障。这项安排应在可能的程度上指明不实施保障的期限或情况。...机构应随时得到当事国内这类未受保障的核材料的总量和成分以及有关这类材料任何出口的通报。

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

INFIIRC/153(INFICRC/164)第 14 款

- (c) 每次安排都应在机构同意的情况下作出，...但不应包含军事活动的任何批准或机密情报，或涉及其中核材料的使用。

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

- 原子能机构保障制度的中心目的是核查不扩散承诺(不把受保障的核材料转作它用，不拥有未经宣布的核材料，不从事未经宣布的核活动)。
- 在实践中，原子能机构的保障适用于《不扩散条约》无核武器缔约国的全部核材料。
- 第 14 款的豁免规定会影响对履约情况的核查及保障资料的连续性
- 几乎不可能为第 14 款所规定的豁免创立一个“良好先例”。

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

- 第 14 款的豁免规定是在关于 INFCIRC/153(1970-1971)的谈判中，按照某些拥有先进核项目的发达工业国家的意愿作出的。
- 核动力民用舰船：“奥托·哈恩号”(德国)和“陆奥号”(日本)——苏联的核动力破冰舰队

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

- 第 14 款的豁免规定力图对范围加以限制：
 - 非禁止的军事活动不会与保障工作发生冲突
 - 核材料将仅用于和平核活动
 - 在不实施保障期间，核材料将不被用于核武器或其他核爆炸装置的生产
 - 不实施的期限/情况将(在可能的程度上)指明
 - 机构将随时得到有关未受保障的核材料的总量和成分的报告
 - 非禁止的军事行动或其中核材料的使用无需获得批准，也无需提供有关机密情报

加拿大核潜艇购买方案：
所涉不扩散问题

- 加拿大启动了与国际原子能机构的讨论，以谈判一个第 14 款安排“范本”，旨在：(a) 确保涉及舰艇推进反应堆以及核燃料的同位素成分和制造的机密情报得到保护；(b) 通过尽可能减少对保障的违反，最大限度地确立一个“良好先例”；以及(c) 承诺使用过的燃料重新接受保障(同时保护有关其成分的机密情报)。

加拿大核潜艇购买方案： 所涉不扩散问题

- 加拿大的核动力潜艇购买方案的批评者告诫说，在实践中，要确立一个援用第 14 款豁免规定的“良好先例”是不可能的；这将打开潘多拉之盒(灾难之源)，使《不扩散条约》的其它无核武器缔约国选择豁免，导致国际保障制度被削弱；对于“非禁止的军事行动”，国际上并没有一致定义；并且这种行为将打破不援引第 14 款的一个“禁区”。

加拿大核潜艇购买方案

- 1990 年，加拿大政府因费用原因放弃了核动力潜艇购买方案。2000 至 2002 年，加拿大最终从英国购买了四艘柴油动力潜艇(柴电潜艇)组成的舰队。

-- -- -- -- --