

## 南 非

### 工作文件

#### 裂变材料条约可能的范围和要求

#### 基本考虑

1. 在实现《不扩散核武器条约》(《不扩散条约》)的设想——即防止核武器扩散,实现停止核军备竞赛和实现核裁军——方面,控制核武器材料并停止为武器目的生产这些材料将是复杂的核裁军的政治和技术工作中的重大措施。核武器复杂程度不同,从裂变武器到增强型武器、热核武器、裂变—聚变—裂变武器和增强辐射武器。这些武器的建造都需要某种专门的材料。停止生产此种材料有可能导致对现有武器数目量方面的限制,为其最终消除奠定基础。

2. 为了就裂变材料条约可能的范围和要求提出一些想法,下列一些考虑被用作起点:

- (a) 《不扩散条约》是推动核裁军设想的主要条约。《全面禁核试条约》和裂变材料条约等条约在补充和实现这一设想方面十分重要。
- (b) 《不扩散条约》第六条和第七条承认双边、多边或区域争取停止核军备竞赛和核裁军的努力——即与《不扩散条约》平行的努力——的重要性。
- (c) 出于务实的理由,国际原子能机构(原子能机构)可以被视作在一定条件下开展裂变材料条约核查工作的适当机构。
- (d) 出于实际和政治的理由,人们相信,所有核武器国家宣布历来生产的武器材料储存并不可行。业已宣布为多余的材料可以列入作为裂变材料条约生效之时特定核武器国家的一个起点(“基线”)。

- (e) 军舰反应堆继续使用武器级材料的问题需要特别考虑。
- (f) 氟不是一种裂变材料，但如果没有氟，许多类型的现代核武器将不起作用。因此人们认为，由于定义和政治问题，不大可能同意将氟列入裂变材料条约。
- (g) 裂变材料条约的一个首要重点应当是停止进一步生产可用于制作核爆炸物的裂变材料(实际上是某些铀和钚的同位素，也许还有某些其他超铀元素)。在一般意义上用“裂变材料”来指这些武器材料可能会引起误解，裂变材料——在技术意义上有不同的定义。必须对这一术语的使用达成共识。
- (h) 尽管裂变材料条约打算订为一项多边条约，但该条约实际上将主要影响到那些生产、能够生产或拥有能够用于核爆炸目的的核材料的少数国家。

### 《不扩散条约》与裁军

3. 鉴于第六条和序言所载的有关目标，《不扩散条约》预期停止核军备竞赛和实现消除核武器。

4. 《不扩散条约》的一个主要目标是核裁军(以及不扩散、技术核查、不扩散控制和促进和平使用核能等目标)。在 1995 年《不扩散条约》审议和延期大会之后，从其通过的关于“原则与目标”的文件来看，《全面禁核试条约》业已最终完成。这一进程的下一步，但也是对《不扩散条约》的补充，将是裂变材料条约。因此，裂变材料条约是有助于实现《不扩散条约》目标的工具之一(与其他措施一道)。

5. 在 2000 年《不扩散条约》审议大会上，各核武器国家明确保证实现完全消除其核武库，从而实现所有缔约国在第六条之下所承诺的核裁军。

6. 2000 年《不扩散条约》审议大会还商定，必须根据特别协调员 1995 年的声明和其中所载授权，考虑到核裁军与核不扩散的目标，在裁军谈判会议谈判一项不歧视、多边并可在国际上有效核查的、禁止为核武器或其他爆炸装置生产裂变材料的条约。而且，敦促裁军谈判会议商定一项工作计划，其中包括立即就此种条约开始谈判，以便在 5 年之内完成。

7. 从这一角度来看，裂变材料条约可能相对简单：
  - (a) 在一个持续的进程中以不可逆转的方式收取宣布为多余的武器材料。
  - (b) 完全禁止或管制为合法(不被禁止的)用途进一步生产武器级材料，如为研究反应堆、军舰反应堆生产燃料等。
  - (c) 将“关闭/退役”的生产和有关设施置于监督之下，以防止为武器目的重新使用这些设施。

## 核 查

8. 为了有效核查这种材料，设想一种包括三个组成部分的制度：
  - (a) 一个部分处理先前为核爆炸目的生产裂变材料的设施。
  - (b) 一个适用于被宣布为多余并置于核查机构监督之下、但仍然具有敏感的几何及构成形态的武器级材料的组成部分。
  - (c) 一个与原子能机构保障措施类似或相同的组成部分，处理：
    - 再加工成非敏感形态的材料；和
    - 为条约所允许的不被禁止的军事用途生产的材料。

## 储 存

9. 如果过去生产的武器级材料被理解为“储存”，那么就有政治和实际的理由，说明为什么如果裂变材料条约要求充分/全面宣布此种储存，在条约的谈判及其随后的执行方面可能会有问题。

10. 在宣布过去生产的武器级钚方面，甚至最透明的核武器国家也遇到巨大的实际问题，即大约有 2,800 公斤的钚——足以生产数百件核武器——无法交待的问题。因此，宣布储存而又有如此大的差异，其实际意义如何是有疑问的。这是一个实际问题，南非也遇到过这一问题。在原子能机构在南非进行的“完全性调查”期间，差异的存在只有依靠其他佐证数据(即核材料计数以外的)才被人接受，例如，操作记录、耗电、化学损失报告等。考虑到南非在过去大约十五年中生产的高浓铀数量相对较少，就过去五十年生产的成百上千吨的材料提出一个准确的

生产数字将是十分巨大的实际问题。因此宣布武器中或与核武器直接有关的核材料而又没有能力核查所要作的宣布将无助于建立信任。

11. 裂变材料条约可以处理从军事用途转为和平核活动(被宣布为多余的)武器材料问题。这种多余的材料将在裂变材料条约对一国生效之时列入其初始清单(没有义务从生产的角度宣布其“完整性和正确性”),并将置于条约所规定的核查机制之下。将来进一步宣布的多余材料将以不可逆转的方式持续地补进初始清单。

### 军舰反应堆

12. 全面保障协定——INFCIRC/153——的模式自1972年批准以来就载有一个条款(第十四条),允许为“不被禁止的军事活动”将核材料撤出保障措施。

13. 该条专为适用于使用高浓铀的军舰核反应堆所用的核材料规定的。实际上,该条从未得到适用,也许是因为只有核武器国家在使用军舰反应堆(核潜艇和航空母舰),而核武器国家不受全面保障协定的保障。

14. 只要存在使用这些反应堆的海军舰船,就存在对军舰反应堆燃料的需求。从高浓铀转为低浓铀的可能性很遥远,尤其是对潜艇而言。

15. 明显的结论是,裂变材料条约中必须对军舰反应堆作出允许使用的规定——这一例外,原则上,也对无核武器国家适用已经超过了二十五年。

### 氚

16. 氢有三种同位素:氢本身、氘和氚。氚存在于自然之中,可通过普通水的分离获得,称为“重水”(即以氧化氘的形式)。但氚是一种放射性物质,半衰期为十二年,在反应堆中通过中子照射锂同位素(Li6)而产生。

17. 现代核武器大多——如果不是全部——都使用氚,即用来提高内爆(钚)弹的当量或在热核武器中与氘一道起聚合反应。如果不时常补充衰变的氚,有些核武器的有效当量将会大为减少。

18. 虽然禁止生产氚会使某些核武器缺乏一种必需的组分,从而使许多含有这种物质的现代武器在一段时间之后自然“死亡”,但不能消除所有核武器。钚

弹或高浓铀弹虽然在爆炸力方面效率较低，但没有氙仍然能够制造。不过，核装置的小型化将大受阻碍。

19. 对氙的需求实际上只有在核裁军事业达到其最后目标时才会消失。

20. 裂变材料条约应当禁止民用核反应堆生产的氙用于核爆炸装置。

## 裂变材料

21. 裂变核弹释放的巨大能量是由铀原子核或钚原子核裂变(“分裂”)的无控制核连锁反应产生的。原子核被一个中子轰击而分裂时会释放更多的中子，因而导致迅速升级的裂变原子核连锁反应，同时释放出大量能量。与本讨论范围有关的一个重要方面是，核武器中的连锁反应涉及金属系统和快中子。

22. 与此相反，商业性动力反应堆中发生的控制核连锁反应是慢中子引起的。裂变反应释放的快中子与氢等减速剂原子碰撞后慢下来。轻水反应堆芯中的水有两个用途：冷却反应堆和减慢中子。

23. 某些核素用慢中子和快中子都能够使它们起连锁反应，另一些核素只有用快中子才能够使它们起连锁反应。此外，许多核素用适当的粒子(不仅是中子)轰击时能够裂变(分裂)，释放能量，但不会产生连锁反应。

24. 上面各段提供的资料是旨在为了解使用裂变材料条约这一名称的一个具体问题，即了解“裂变材料”指的是什么(或打算指什么)，提供必要的背景。这一术语在专业文献中有各种定义。例如，1999年原子能机构技术说明中所给的定义如下：“所有核武器都使用裂变能量组分。铀以后的所有元素的所有同位素被中子撞击时都会裂变，即在某种程度上是可裂变的。一个元素各同位素的可裂变性有明显的不同(例如，铀 235 的可裂变性比铀 238 大得多)。多数重原子核需要入射中子有相当大的动能才能引起裂变，不过，有少数重原子核在入射中子的动能基本上为零时也会裂变；这种原子核被称为易裂变。铀 233、铀 235、钚 239 和钚 241 是最常见的易裂变核素”。

25. 无需进一步讨论各种定义即可看出“裂变材料”一词通常是指与慢中子起连锁反应的材料；即动力反应堆所用的材料。该术语也包括武器材料，因为与慢中子起连锁反应的材料也会与快中子起连锁反应。裂变材料条约中使用“裂变”一词时，应当十分明确地说清楚它不包括禁止生产非核爆炸用途的“裂变材

料”。如不作这样的限制，禁止生产核武器用的材料可能意味着禁止生产商业性反应堆燃料和核武器材料。虽然大家同意在现阶段要改变条约名称如非不可能也很难做到，但应当说清楚“裂变材料”是指能够使其为核武器目的起连锁反应的核材料。

## 其他超铀元素

26. 原子能机构最近对镎(Np)和镅(Am)的扩散潜力表示关心。这些元素是核燃料在反应堆中受辐照时产生的，浓度极低，需要特别设计的工业规模设施才能把它们从回收受过辐照的燃料的工厂或处理回收得到的强放射性废物的工厂收回的未用的铀或产生的钚分离出来。目前分离的镎和镅数量很少。不过，镎适合用于制造核爆炸装置(甚至比较简单的炮式装置)。对于镅因其物理(不是核)性质是否适合用于这种目的有不同的意见。镎可能应当列入裂变材料条约。

## 可能的裂变材料条约模式

### 什么将留在裂变材料条约之外

27. 只要不存在核裁军的最后协定，裂变材料条约之外的某些活动将会继续：

- (a) 钚装置所需的同位素钚 239 不可避免地伴随有其他钚同位素，如钚 241 和钚 240。这些同位素具有放射性，其中有些会衰变成镅，半衰期为 14.4 年，镅本身也有放射性。放射性衰变会附带产生热，这有损于武器芯所要求的精密工程容限。因此武器的钚芯不时需要取出来再加工以便除去镅和其他衰变产物。此外，氙也需要补充。因此，只要还有核武器就会有在裂变材料条约之外的制造、再制造和储存武器材料和武器本身的设施存在。
- (b) 裁军(或自愿)承诺下议定的摧毁核武器设施也很可能由于扩散考虑不受国际视察。
- (c) 为军舰反应堆生产燃料的设施也将由于上面讨论的原因不受视察。

28. 总括来说，不受裂变材料条约管制的可能有：

- (a) 现有武器内的和为这些武器储备的武器级材料；
- (b) 相关的制造、再制造和储存设施；
- (c) 实际摧毁废弃和多余武器的设施以及根据裁军承诺议定的设施；和
- (d) 军舰反应堆用燃料的制造和回收设施。

### 裂变材料条约可以包括什么

29. 裂变材料条约下议定的核材料生产设施显然将关闭/退役。<sup>1</sup> 可能有些多余的制造或再制造设施也将关闭。此外，将需要有一些设施用于储存被宣布为多余的核组分，它们将以其原来的几何或组成形态储存。如果这些组分需要加工成比较不敏感的形态，可能需要为此目的使用专用设施。

30. 显然多数这些设施和弹头本身可能含有从扩散角度来看极为敏感的资料。将需要特别的核查制度(不直接测量、有节制的察看某些地区等)，其主要目的是确保不可逆转性，即宣布为多余的材料不再被用于武器/军事领域，设施不重新用于其原来与武器有关的目的。

31. 总括来说：

- (a) 裂变材料条约下议定的“裂变材料”类型将不再生产(可能只生产高浓铀和武器级钚)。如果需要为军舰反应堆生产新的高浓铀，生产将在严格的核查下进行。
- (b) 宣布为多余的材料(并行的裁军承诺的结果)将适用裂变材料条约并接受适当的核查。
- (c) 根据条约关闭/退役的设施以及用于加工被宣布为多余但仍然是敏感形态的材料的设施应当接受适当的核查。
- (d) 核查制度将必须相应地修改以便尽可能减少扩散忧虑。
- (e) 核查的主要目的将是确保不可逆转性(材料和设施)。

---

<sup>1</sup> 见原子能机构附加议定书(INFCIRC/540)中的定义，即：

关闭设施：生产作业已经停止，并且核材料已经搬走但还没有退役的设施。

退役设施：剩余结构及其使用所必需的设备已经拆除或不能运转，因此不能用于储存核材料也不再能够处理、加工或使用核材料的设施。

### 非敏感形态的多余材料

32. 一旦原始武器材料被加工成比较不敏感的形态，即可作为新的核材料纳入核查制度。由于武器材料是高浓铀或主要是钚 239，这些材料可能被降级(例如高浓铀降级为低浓铀)或在有需要时用于生产 MOX(混合氧化物)燃料。其余材料将在正常核查条件下储存。这些材料的加工或储存应当受类似原子能机构保障措施下的核查。

33. 由于越来越多的材料从军用转为民用，这种材料在适当的燃料制造后可用于动力反应堆。这可能影响到从原始材料生产低浓铀和回收废燃料以便收回未用的铀 235 和新产生的钚。不过，长期来说不会消除对浓缩和回收能力的需求，因此应当允许这些活动继续在正常的保障核查程序下进行。裂变材料条约不应当禁止这些活动，因为已有适当的保障措施确保浓缩和回收设施不被用于违反不扩散要求的目的。

### 国际原子能机构(原子能机构)作为可能的裂变材料条约核查组织

34. 尽管裂变材料条约的核查实际上仅会对那些生产或拥有核武器和/或武器级材料的少数国家有比较大的影响，由原子能机构进行核查可能意味着其保障措施预算要增加 2 倍至 3 倍，因为这些国家有广泛的核活动。这将会在原子能机构成员国之间造成问题。建立新的核查组织可能更花钱。另一个严重问题是没有受过适当训练和有经验的视察人员可得。如果原子能机构视察员数目在短期内需要加倍，这可能造成严重问题。

35. 有些问题可以如下解决：

- (a) 预算费用：裂变材料条约可以有自己的预算。然后原子能机构可以向它承包核查服务。这样将可避免原子能机构保障措施预算和技术合作预算之间的联系一向存在的问题。
- (b) 核查费用：鉴于待核查的新材料和额外设施很多，不可避免地将需要对原子能机构保障措施执行费用作根本的审查。这可以通过原子能机构一直具有的但从未行使过的法律权利、原子能机构根据《附加议定书》获得的新权利以及利用新的技术进展来进行。



(c) 视察员的可得性：这个问题没有短期解决办法。聚集所需的视察员人数将需原子能机构及其成员国共同努力，并且可能需要数年时间。

36. 在加强的保障措施下通过的综合保障制度已经作了在一定条件下减少传统的保障措施核查活动的规定。鉴于裂变材料条约可能增加的负担，这应当进一步加以阐述，把主要重点放在核查真正引起扩散忧虑的核材料上。

## 结 论

37. 大家同意裂变材料条约将是通向核裁军进程中的重大一步。

38. 应当就条约应包括哪些“裂变材料”达成明确的谅解。

39. 除了禁止进一步生产核武器用的核材料外，裂变材料条约的另一主要职能是作为多余武器材料和相关的关闭/退役设施在从军事爆炸用途转为和平用途的过渡期间的贮藏所，以确保转用的不可逆转性。

40. 原子能机构有潜力承担核查裂变材料条约的责任，但有些扩散和资源限制因素需要解决。

41. 一旦来自武器的核材料转入和平、有保障的领域(连同相关的设施)，这可能使现有的原子能机构保障措施核查制度负担过重，因此需要对例如执行保障措施的传统方式——例如把所有钚(武器级和反应堆级)都当作可用于武器的材料——作出调整。

42. 宣布历史上的生产可看作是善意的政治姿态，但需要承认完全性方面存在实际困难。

43. 裂变材料条约需要特别考虑民用动力反应堆生产的钚用于核爆炸装置的问题和为军舰反应堆生产核材料的问题。