

## 加 拿 大

### 禁止生产用于武器的裂变材料： 考虑因素、要求和原子能机构的能力

原子能机构于 2006 年 8 月 24 日在日内瓦向  
裁军谈判会议作的报告

#### 导 言

1. 1993 年 12 月 16 日，联合国大会通过决议 A/RES/48/75/L，要求国际原子能机构(原子能机构)在必要情况下提供协助，审查可由国际有效核查的禁止生产用于核武器或其他核爆炸装置的裂变材料的非歧视性多边条约(以下称《裂变材料禁产条约》)的核查安排。

2. 原子能机构表示愿意提供必要的协助，该机构秘书处开展内部研究，分析核查裂变材料禁产问题的可能要求，并就落实这些核查要求所需的资源开展初步评估。向 1995 年召开的多次裂变材料禁产条约研讨会及时通报了相关研究结果。

3. 大会决议、香农授权和不扩散条约缔约国设想的裂变材料禁产条约将包括承诺不生产用于核武器或其他核爆炸装置的裂变材料，同时也不协助其他国家从事此类活动。就用于其他合法用途的裂变材料的生产而言，作出的核查安排需要达到裂变材料禁产条约规定的承诺的各项要求。

4. 原子能机构秘书处认为，核查是否遵守裂变材料禁产条约的技术目标是确保没有进一步生产用于武器的裂变材料，也没有将裂变材料从民用核燃料循环中挪用于核武器用途。因此，务必要确保拟用于核武器用途的钚和高浓缩铀在裂变材料禁产条约生效时存在的储存此后不再增加。一个相关问题是如何处理现有的可用于武器的裂变材料储存。

5. 要澄清缔约国的基本义务以及裂变材料禁产条约核查机制的范围，各国必须解决很多问题。在核查问题上，这些问题可以归纳为两个基本问题：

(一) 对于不生产用于武器的裂变材料的承诺，如何进行核查？议定的承诺要能够有高度把握地加以核查仅需要以几个核心设施作为核查工作的重点吗？还是应当开展全面的核查行动？

(二) 核查工作应当如何以及在何种程度上确保已存在的用于核武器的裂变材料储存不会增加，如果不存在这种储存，如何确保今后不会生产？

6. 各国解决上述问题的方法将确定如下方面：

(一) 核查结构以及核查系统的行动范围(即，核查措施适用于整个核燃料循环还是仅其中一部分)；

(二) 核查组织有高度把握地确定某一特定国家或在该国境内没有开展条约所禁止的任何活动的的能力，特别是制订规定，使核查机构能够检测可能存在的未申报核设施以及核活动，包括生产裂变材料；以及

(三) 裂变材料禁产条约缔约国应承担的核查系统总成本。

7. 原子能机构充分了解各国在裂变材料禁产条约的范围及核查问题上的不同观点，并且无意预先设想上述问题在裁军谈判会议上的讨论情况。本文将概述原子能机构的保障措施以及核查活动，以便让参与裁军谈判会议工作的各国了解相关情况，并指出哪些活动可能与关于未来裂变材料禁产条约核查问题的讨论有关。

#### 定义：裂变材料与核材料

8. 联合国大会决议和香农授权均提到“裂变材料”。在这方面，就裂变材料做出明确的定义将有所帮助。例如，可以将裂变材料定义为不需要进一步浓缩或嬗变就能够直接制造核武器或其他核爆炸装置的核材料。这与原子能机构保障措施所使用的“直接使用核材料”一词相吻合。

9. 执行原子能机构保障协定时不使用“裂变材料”一词，原子能机构保障措施适用于“核材料”，<sup>1</sup> 即《原子能机构规约》第二十条所定义的源材料或特种可

---

<sup>1</sup> INFCIRC/1539 (更正)，第 112 段 (<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf153.shtml>)。

裂变材料。<sup>2</sup> 《原子能机构规约》将特种可裂变材料界定如下：“钚 239；铀 233；同位素 235 或 233 浓缩的铀；含有上述一种或数种材料的任何材料；以及理事会不时确定的其他可裂变材料。” 《原子能机构规约》对源材料界定如下：“含有自然界发生的同位素混合物的铀；同位素 235 贫化的铀；钚；呈金属、合金、化合物或浓缩物形态的上述任何材料；含有上述一种或数种材料的其他材料，其浓度应由理事会不时确定；以及理事会不时确定的其他材料。”<sup>3</sup>

10. 在原子能机构保障措施范围内“核材料”进一步细分为：(1) 无需嬗变或进一步浓缩就可用于生产核武器或其他核爆炸装置的非辐照及辐照“直接使用核材料”；<sup>4</sup> 以及(2) 需要经过辐照或浓缩方适合于生产核武器的“间接使用材料”。从原子能机构保障措施的目的出发，直接使用核材料包括：钚 238 同位素含量未达到 80%的钚、铀 235 同位素含量达到 20%或以上的铀、以及铀 233。“分离的直接使用核材料”系从裂变产物中分离出来的直接使用核材料，将其用于核武器所需的加工以及加工时间都大大少于高度放射性裂变产物的混合物。裂变材料禁产条约中关于裂变材料的定义可以接近关于分离的直接使用核材料的上述定义。这些基本定义差异可能使得各国承担的义务和需要采取的行动、执行原子能机构保障措施以及裂变材料禁产条约的核查工作变得更加复杂。

---

<sup>2</sup> “可裂变”核在受到具有高度动能的高速中子撞击时发生裂变，而“裂变”核在受到高速或慢速中子撞击时都会发生裂变，无论其动能多少，包括基本上没有动能的中子。因此，“裂变”核是“可裂变”的，但仅有某些“可裂变”核是“裂变”的。例如，铀 233、铀 235、钚 239 和钚 241 为“裂变”核；铀 238、钚 238、钚 240、钚 242、镎 237、镅 241 和镅 242 是不“裂变”的“可裂变”核。

<sup>3</sup> 《原子能机构规约》，<http://www.iaea.org/About/statute.html>。

<sup>4</sup> 《原子能机构保障术语》（2001 年版）将“直接使用材料”定义为：无需嬗变或进一步浓缩就可用于生产核爆炸装置的核材料，包括钚 233 含量小于 80%的钚、高浓缩铀以及铀 233（第 4.25 段）[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/nvs-3-cd/PDF/NVS3\\_prn.pdf#search=%22IAEA%20Safeguards%20Glossary%22](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/nvs-3-cd/PDF/NVS3_prn.pdf#search=%22IAEA%20Safeguards%20Glossary%22)。

## 原子能机构保障协定的类型

11. 原子能机构保障措施在不同类型的协定和安排下适用，因此具体范围、目标、措施、技术、评估和报告方式可能有所不同。<sup>5</sup>

12. 在 1968 年缔结《不扩散核武器条约》（《不扩散条约》）之后，原子能机构便负责通过执行保障措施，核实各国根据《不扩散条约》或类似协定做出的“和平利用”承诺是否得到履行。<sup>6</sup>

13. 目前，《不扩散条约》的 183 个无核武器缔约国做出承诺，不制造、也不通过其他途径获取核武器或其他核爆炸装置。<sup>7</sup> 此外，这些国家还承诺针对用于各项核活动的所有核材料实施原子能机构保障措施，并同原子能机构缔结全面保障协定，履行其根据《不扩散条约》第三条所承担的义务。

14. 《不扩散条约》的五个核武器缔约国同原子能机构缔结了自愿提交保障协定，协定内容涉及部分或全部民用核材料和/或核设施，原子能机构可以从中选取部分材料或设施，实施保障措施。

15. 对于尚未加入《不扩散条约》的三个国家——印度、以色列和巴基斯坦，原子能机构保障措施将在特定设施对设施本身或相关保障协定具体指明的核材料及其他项目实施。<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup> 见“原子能机构保障制度”，[http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/safeg\\_system.pdf](http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/safeg_system.pdf)。

<sup>6</sup> 见《原子能机构与不扩散条约：核查挑战》，Jan Lodding 和 Tariq Rauf（[http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull462/iaea\\_npt.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull462/iaea_npt.pdf)）。

<sup>7</sup> 国家清单见于网页：[http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sir\\_table.pdf](http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sir_table.pdf)；截止 2006 年 8 月 24 日，《不扩散条约》的 31 个无核武器缔约国尚未将同原子能机构缔结的全面保障协定付诸实施（其中 10 个国家签署了全面保障协定，但文件没有生效；原子能机构理事会已经批准了同另外两个国家签署的全面保障协定，但尚未签字；此外还有 19 个国家尚未根据《不扩散条约》采取行动，同原子能机构缔结全面保障协定）。

<sup>8</sup> INFCIRC/66/Rev.2，其中要求针对核材料、核设施以及相关保障协定具体指明的其他项目实施保障措施。

## 全面保障协定国家的保障措施

16. 原子能机构保障措施被视为国际核不扩散体制的基石，全面保障协定则是原子能机构保障措施的基石。<sup>9</sup> 全面保障协定要求各国使其全部核材料受制于原子能机构保障措施，并要求原子能机构根据全面保障协定的条款，对该国境内、管辖范围内或控制范围以内任何地点进行的所有和平核活动所用的全部核材料实施保障措施。对于那些承诺不开发、也不通过其他途径获取核武器的国家，原子能机构保障措施的覆盖范围包括“裂变材料”以及其他核材料。全面保障协定的核查活动涉及申报的核材料以及未经申报的核材料及核活动，目的是确认全部核材料都置于保障措施之下，并承诺用于和平用途。<sup>10</sup>

17. 根据全面保障协定执行原子能机构保障措施的工作以两项核查目标为指导方针：

- (一) 监测一国申报的重要量核材料<sup>11</sup>是否从和平用途转为生产核武器或其他核爆炸装置；以及
- (二) 核查各国申报的信息是否准确和完整，目的之一是检测申报的设施是否从事未申报的核材料生产或加工活动。

18. 多年来，原子能机构采用统一标准来指导有关方面在已申报设施中执行保障措施，决定各国提供的信息的覆盖面和准确性，制订信息核查活动，确定为达成保障目标在设施实施的保障方案，并制订关于视察频率、视察活动以及视察结果的具体要求。在无法借助核试验的情况下，考虑到加工过程中的损失以及设计方案应该做到保守，8 公斤钚和铀 233 足以让一个国家生产出第一件核武器。对于高浓缩铀而言，25 公斤铀 235 同位素同样足以生产核武器。

---

<sup>9</sup> 各项全面保障协定均基于 INFCIRC/153 (Corr.)，“原子能机构和国家就《不扩散核武器条约》订立的协定的结构和内容”，该文件发布在原子能机构的网站：[www.iaea.org](http://www.iaea.org)。

<sup>10</sup> 见“2005 年保障措施说明、保障措施说明的背景以及 2005 年保障措施执行报告内容摘要”，第 1.1.1 节 和第 2 节 (<http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/es2005.pdf>)。

<sup>11</sup> 重要量 (SQ) 是不能排除生产核爆炸装置可能性的核材料近似数量。直接使用核材料：8 公斤钚 (钚 238 含量低于 80%)；8 公斤铀 233。《原子能机构保障术语》，第 3.14 段 (<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/nvs-3-cd/Start.pdf#search=%22'Safeguards%20Glossary%22%22>)

19. 全面保障协定的结构和内容以及落实保障措施的基础设施，不仅将影响到全面保障协定缔约国境内的裂变材料禁产条约核查，同时也会引起其他国家的关注。在全面保障协定之下，有关方面缔结辅助安排，作为执行保障措施所依据的法律框架的部分内容。辅助安排包括一般规定和针对每个已知设施的设施附件。辅助安排的一般规定和设施附件尽可能实现标准化，而不同类型设施的设施附件以“范本”为基础，往往需要做出重大调整，以适应个别设施的具体特点。设施附件将对个别设施适用的具体义务和视察权利同原子能机构与该缔约国缔结的保障协定中的相关段落联系起来。

20. 根据全面保障协定，必须建立“国家核材料衡算和控制系统”(简称 SSAC)，负责执行有效的衡算安排和进出口控制。国家必须广泛申报在实施保障措施的设施当中开展的核活动，并定期报告其核材料存量清单和流量。在全面保障协定生效之初，首次存量清单申报将接受核查，以确保其内容完整和准确。此后，要求各国就其申报的每个设施提供设计资料，每年开展材料平衡评估，并依据经测量的实物存量和存量变化报告不明材料量。国家申报资料交由原子能机构进行核查，以确保其内容完整和准确，已申报的核材料没有被转用于生产核武器或其他核爆炸装置。

#### 在全面保障协定缔约国加强保障措施

21. 伊拉克是《不扩散条约》的无核武器缔约国，并且缔结了全面保障协定，但在该国境内发现了广泛的秘密核武器计划，这表明保障制度的工作重点不能仅限于核查已经申报的核活动。为加强保障制度，原子能机构理事会认识到，要杜绝出现秘密行动的可能性，原子能机构需要通过辅助工具来克服全面保障协定的局限性。在文件 INFCIRC/540 (Corr.)的基础上，制订了全面保障协定附加议定书，扩大原子能机构的权限，要求各国提供更多资料，并向原子能机构开放相关地点和技术，以便让后者能够核查该国根据全面保障协定所申报的信息是否准确、完整。

22. 根据全面保障协定附加议定书的规定，原子能机构有权要求国家就核计划提供资料，其中包括研究和开发，以及与可用于生产或提纯核材料的特定设备和非核材料的制造或出口有关的活动。附加议定书允许补充接触，目的是确保没有未申报的核材料及核活动或解决涉及核材料或核活动的问题或不一致处，其中包括有限接触相关地点，以防止关于核扩散的敏感资料外泄，达到安全或实物保护要求，保

护专利或商业敏感信息。附加议定书将针对可能的秘密设施以及在申报设施内开展的未申报活动的核查工作结合起来，使得原子能机构能够根据申报设施的情况适当调整核查要求。

23. 作为加强保障制度的部分工作，原子能机构正在实施“一体化保障”，这是一种更加有效的方法，将根据全面保障协定开展的核查活动同更加先进的分析方法以及根据附加议定书开展的更多接触结合起来。国家层面上的一体化保障措施考虑到具体国情，例如国家核材料衡算和控制系统(SSAC)的成效以及国家核燃料循环的特点。截止到 2005 年，原子能机构已经在多个国家实施了一体化保障措施，包括日本和加拿大这两个拥有最大的实施保障措施的核计划国家。目的是使附加议定书普遍化，以便其扩大的接触权能够同样地应用于签订全面保障协定的所有国家。

24. 原子能机构理事会每年召开四次会议，在每次会议上均提出多项附加议定书，供批准后签署，国家总数有所增加，但缔结并实施附加议定书的进展速度仍然缓慢。(到目前为止，已有 109 个国家签署了附加议定书，77 个国家正在实施附加议定书。)

25. 2005 年 9 月，原子能机构理事会修订了“小数量议定书”(SQP)政策<sup>12</sup>，目的是在缔结全面保障协定的所有国家确保有效实施核查权利。此外，理事会还组建了保障与核查委员会(第 25 委员会)，负责审议进一步加强保障制度的方式方法。

---

<sup>12</sup> 为简化对那些核材料很少或没有核材料以及在设施中没有任何核材料的国家适用全面保障协定中的某些程序，原子能机构在 1971 年制订了“小数量议定书”(SQP)，规定在一国的核材料数量超过某一限度之前，或在该国的设施拥有核材料之前，暂缓执行全面保障协定的大部分具体条款。在不断提高原子能机构保障制度的成效和效率的过程中，理事会在 2005 年 9 月 20 日决定，继续保留小数量议定书作为原子能机构保障制度的一部分，但要进行某些修改。修订后的小数量议定书的标准化案文，要求各国就核材料情况提供初始报告，在兴建核设施的决定作出后向原子能机构进行通报，并允许开展视察活动。此外，理事会还决定，计划兴建或者已经拥有核设施的国家不得签署小数量议定书。理事会授权总干事同所有国家缔结小数量议定书换文，执行标准化案文中的修订部分以及关于小数量议定书资格标准的修改，并呼吁相关国家尽快缔结换文。目前，秘书处正在同所有相关国家缔结换文，以使上述修订生效。与此同时，理事会呼吁原子能机构秘书处协助已经缔结小数量议定书的国家建立并维护国家核材料衡算和控制系统。

## 针对开展或计划开展核活动的其他国家的原子能机构保障措施

26. 在印度、以色列和巴基斯坦执行原子能机构保障措施，是根据在《不扩散条约》以前订立的《保障协定》<sup>13</sup>，内容涉及研究和动力堆及其部件、核燃料以及重水。这些《保障协定》规定，上述反应堆中辐照产生的所有裂变材料都需要实施保障措施，对于加工或使用此类核材料的工厂，只要受制于保障措施的核材料储存在工厂内，也应执行保障措施。应该指出，针对某一类设施的保障核查要求通常以全面保障协定规定的要求为准，但可能因设施本身、设备或核材料受制于保障措施而出现具体的不同，而且保障协定可能包括反映这些保障协定的选择性的条款，特别是替代条款。<sup>14</sup>

## 核武器国家的保障措施执行情况

27. 法国、中华人民共和国、俄罗斯联邦、联合王国和美国等得到《不扩散条约》承认的五个核武器国家，均已签署了以全面保障协定为范本的自愿提交保障协定。此类协定没有要求这些国家使其核材料受制于保障措施，而是允许它们将核材料以及设施从其指定供原子能机构选择执行保障措施的名单中删除。此外，原子能机构没有义务在这些国家指定的设施当中执行保障措施。<sup>15</sup> 目前原子能机构保障措施与最有关裂变材料禁产条约的适用对象是中国和联合王国的浓缩工厂。除专门用于核武器计划和海军反应堆计划的核设施之外，法国和联合王国的所有核设施均根据《罗马条约》的规定，执行欧洲原子能联营的保障措施。欧洲原子能联营被视为区域管制机制，原子能机构和该机构正在执行一项伙伴关系安排，就在欧盟国家执行保障措施开展合作。

---

<sup>13</sup> INFCIRC/66/Rev.2: 1966 年和 1968 年临时扩充的原子能机构保障制度（1965 年）（<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf66r2.shtml>）。

<sup>14</sup> 见“2005 年保障措施说明、保障措施说明的背景以及 2005 年保障措施执行报告内容摘要”，第 1.3 节（<http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/es2005.pdf>）。

<sup>15</sup> 同上，第 1.4 节。

## 附加议定书

28. 《附加议定书范本》<sup>16</sup> 针对已经同原子能机构签署保障协定的所有国家，其中包括《不扩散条约》的核武器缔约国和非缔约国。<sup>17</sup> 得到《不扩散条约》承认的五个核武器国家均已签署《附加议定书》，其中包括文件 INFCIRC/540 所规定的部分措施，三个核武器国家已经开始执行相关议定书。核武器国家执行议定书的主要目的是为原子能机构提供更多资料，协助原子能机构对无核武器国家的核活动执行保障措施。在核武器国家和《不扩散条约》非缔约国签署的附加议定书与可能列入裂变材料禁产条约的关于可能协助其他国家获取生产裂变材料能力的设备或材料出口问题的条款可能会相互影响。

## 原子能机构其他相关核查活动

29. 在执行保障措施的正常范围之外，原子能机构开展附加核查活动的以下三种情况可能与裂变材料禁产条约有关：

- (一) 原子能机构根据联合国安全理事会第 687 号决议和相关决议，在伊拉克执行扩大的核查措施，<sup>18</sup> 其中包括无限制进入可疑地点和大范围环境监测，以检测是否存在秘密核材料生产活动。此次极端事件获取的经验在考虑裂变材料禁产条约中将规定的接触条款时或许有帮助——授予的权利和遭遇的困难；
- (二) 根据朝鲜民主主义人民共和国同美国缔结的协议框架，原子能机构负责监测冻结朝鲜核设施的所有作业，<sup>19</sup> 其中包括监测冻结随时备用的后处理厂的活动。取得的经验对于考虑裂变材料禁产条约中规定的视察条款可能有帮助；以及

---

<sup>16</sup> 见“不扩散核武器与核安全：原子能机构保障协定和附加议定书”，<http://www.iaea.org/Publications/Booklets/nuke.pdf>。

<sup>17</sup> 最新情况见：[http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sg\\_protocol.html](http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/sg_protocol.html)。

<sup>18</sup> 原子能机构的报告，见：<http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/IaeaIraq/index.shtml>。

<sup>19</sup> 原子能机构的报告，见：<http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/IaeaIraq/index.shtml>

- (三) 原子能机构同俄罗斯联邦和美国一起提出了三方倡议，目的是建立对这两个国家过多的国防用裂变材料进行核查的体制，下文将具体论述这个问题。

### 三方倡议

30. 1996年9月17日，俄罗斯原子能部长维克托·米哈伊洛夫、原子能机构总干事汉斯·布利克斯和美国能源部长 Hazel O'Leary 举行会晤，并在会上提出“三方倡议”。倡议的目的是履行克林顿总统和叶利钦总统关于原子能机构核查源于武器的裂变材料的承诺，并补充双方关于削减核武器的透明度和不可逆性的承诺。

31. 三方建立了联合工作组，负责审议原子能机构核查相关裂变材料所涉及的各种技术、法律和财政问题。工作组致力于制订可适用于下列设施的核查措施：投入运行后的俄罗斯 M 裂变材料储存设施；以及一处或多处美国设施，储存在该处的从国防计划中撤出的已知源于武器的裂变材料将接受核查。2002年12月16日，有关方面宣布了三方倡议工作组的任务。<sup>20</sup>

32. 三方倡议涉及如下内容：原子能机构的核查范围和目的；可能接受原子能机构核查的源于武器的裂变材料的存放地点、类型和数量；能够履行核查及监督目标并且不会泄露敏感信息的技术；以及为原子能机构核查措施提供经费和法律框架的备选方案。

### 范围和目标

33. 三方倡议旨在建立核查体制，要求拥有核武器的国家将过多的武器材料提交核查。各国自行决定申报哪些材料，但将材料交由原子能机构进行核查的决定一经做出，便不可撤消。

34. 此外，根据核查要求，一旦决定将某些材料交由原子能机构进行核查，视察将强制执行。

---

<sup>20</sup> 原子能机构新闻简报第 2002/13 号，《原子能机构对俄罗斯联邦和美国源于武器的裂变材料的核查工作》，<http://www.iaea.org/NewsCenter/PressReleases/2002/prn0213.shtml>。

35. 每件核武器使用一种或多种裂变能量元素，每一种裂变能量元素都需要某种核材料，通常是钚 239 同位素含量达到 93% 或更高的钚，或是高浓缩铀。对拥有、生产和使用此类材料加以控制，是国际不扩散体制的基础。随着《不扩散条约》的核武器缔约国纷纷采取行动，履行其根据条约第六条所承担的义务，关于禁止生产用于核武器或其他核爆炸装置的裂变材料的条约以及规定将现有核材料从核武器除去的框架，将成为未来安排的核心内容。

36. 使武器材料接受国际核查能够达到各种不同目的，视其发生时间以及核查范围而定。

- (一) 假如裂变材料经过加工，已经不具备能够揭示武器秘密的任何特性，然后使此类材料接受视察同时承诺它不能够再用于军事用途，能够满足以下两个目的：(a) 限制国家能力(同时禁产)；以及 (b) 提供建立信任的方式，从而鼓励进一步削减军备，将更多的多余材料交由原子能机构进行视察。
- (二) 包括对仍然具有武器秘密的裂变材料进行视察的规定，能够收到额外收益：由于将武器材料转化为非机密形式材料需要很高的成本和漫长的过程，交付视察的程序将大大加快。只有在国家确信核查过程不会泄露相关特性的情况下，才会考虑允许原子能机构对具有机密特性的武器材料开展核查。
- (三) 包括确认提交项目的性质就是核武器部件的特性的规定，能够允许对削减军备的过程进行监测。
- (四) 假如实施了上述各项措施，从理论上讲，能够在弹头脱离发射系统之际就开始进行核查，同时允许对削减军备的具体措施进行核查。

37. 根据三方倡议，核查将包括前两个步骤。

38. 核查机密形式的裂变材料所需的步骤对于原子能机构使用的核查过程以及设备提出了新的要求。假如能够执行一项得到核武器国家认可的核查办法，就有可能以更快的速度进一步确认为裁军采取的步骤。

39. 根据三方倡议，迄今为止开展的大部分技术工作都用在设计可使各国将具有机密特性的裂变材料，其中包括从核弹头拆下的原封未动部件交付核查的方法。

## 技术要求和方法

40. 近年来,根据三方倡议开展的大部分技术工作都是在设计可让核武器国家能够邀请原子能机构视察人员测量核武器部件,但这些视察人员无任何可能性接触到核武器设计秘密的核查方法。另一方面,核查方法必须让原子能机构能够充分保证核查是可信、独立的。各种可能的测量方法都考虑了,首先是原子能机构当前对无核武器国家中的钚和高浓缩铀实施保障措施所使用的方法。三方得出结论认为,假如允许视察人员接触原始测量数据,已知的各种方法都可能泄漏武器秘密。因此,按照原子能机构常规保障措施做法开展的直接定量测量是行不通的。

41. 三方由此商定,原子能机构对源于武器的裂变材料的核查工作将以能够保障最可靠核查的测量为基础,但测量系统的设计将使原子能机构的视察人员只能得到“合格/不合格”资料。由于原始测量数据可以揭示机密资料,测量系统应包括特别安全规定,防止其中含有任何机密资料,并在有人企图接触原始测量数据时让整个系统陷入瘫痪。将实际测量数据同不机密的参考“属性”进行比较,可以确定是否“合格”。这种方法被称为“有信息屏蔽的属性核查”。各方商定,原子能机构对某一容器中是否有过多的钚的核查工作可以开展以下属性检验:

- (一) 是否存在钚;
- (二) 武器级同位素构成(即,钚 240 和钚 239 之比小于 0.1); 以及
- (三) 钚的数量是否大于规定界限值。

42. “信息屏蔽”将硬件、软件以及分层程序保护系统结合起来,目的是对机密资料形成纵深保护。三方倡议专家研究了各种已知的核查技术,确定哪一种方法能够让原子能机构得出可信、独立的结论。专家制订了测量系统的一般技术要求和功能细则,开发并展示了测量系统模型。该模型被称为“利用中子重复计数和高分辨率伽马能谱测定法对具有机密特性的钚开展属性核查的有信息屏蔽系统”(AVNG)。根据同洛斯阿拉莫斯国家实验室签订的合同,目前正在位于 Sarov (旧称 A-16)的俄罗斯联邦核中心/全俄实验物理科学研究院建设全方位系统。该系统将测量保存机密形式的钚的 AT-400 储存容器(该容器的展示样本保存在原子能机构三方倡议办公室)。在钚储存设施存量监测系统的设计和开发问题上,专家已经取得了良好进展。

43. 属性核查技术包括中子重复计数分析系统和高分辨率伽马能谱测定系统，核查在特定环境下进行，以防止机密资料外泄，同时阻止任何外界信号干扰操作系统。假如有任何通路被打开，安全监控系统将停止整个系统的运行，接到视察人员的读出的计算机区段和传输装置，在不违反安全限制的情况下提供认定的结果。

44. 上述所有设备都在使用国制造生产。该国负责检验这些设备，其验证将包括常规工业问题，以及反间谍验证，以确保原子能机构的视察不会造成机密资料外泄。原子能机构的常规验证做法不能够在这些限制下采用；目前正在制订新方法，其中部分内容即将投入实施；认证工作仍是原子能机构面临的最大挑战。

45. 除上述关于全面属性核查系统的工作之外，关于源于武器的裂变材料专用储存设施存量监测系统的工作也在进行。这套系统将跟踪监测设施内的核材料，确保随时核查其特性、完整性和所在地点。存量监测系统将把传统的保障封隔和监视措施结合起来。酌情保护机密资料是必要的，并且需要国家给予验证。真实性验证也是关注的问题。此外，将严格规范视察人员的活动。

46. 此外还考虑了将裂变材料从机密形式转化为非机密形式所需的步骤以及随后的处置活动。2000年，俄罗斯联邦和美国签署了《钚的管理和处理协定》(PMDA)<sup>21</sup>，根据该协定，俄美两国同意各自对34吨武器级钚进行系统处理。《钚的处理和处理协定》呼吁就原子能机构核查这种钚的作用问题同原子能机构开展“早期磋商”。根据三方倡议，该协定确认的大部分钚将接受原子能机构核查，因此，相关安排必须设法满足上述两项活动的要求。估计的处理成本是俄罗斯联邦20亿美元，美国66亿美元。

47. 对于非机密形式的裂变材料而言，核查方法应类似于原子能机构在无核武器国家执行不扩散保障措施时采用的方法。但尽管如此可能有脱离原子能机构保障措施的需要。对于那些目前(或今后)位于核武器生产地点的设施而言，甚至对于储存非机密形式的裂变材料的设施而言，现地安全限制可能使得常规保障工作的执行更加复杂。此外，核查工作还面临的实际问题是，裂变材料经过混合或辐照之后同民用部门的裂变材料相比更不适合用于武器用途的情况。

---

<sup>21</sup> [http://www.nmsa.doe.gov/na20/docs/2000\\_Agreement.pdf#search=%22%22Plutonium%20Management%20and%20Disposition%20Agreement%22%22](http://www.nmsa.doe.gov/na20/docs/2000_Agreement.pdf#search=%22%22Plutonium%20Management%20and%20Disposition%20Agreement%22%22).

48. 如机密形式的裂变材料要接受核查，国家必须申报。俄罗斯联邦和美国都不能够申报机密形式裂变材料的特性，因为会违反《不扩散条约》第一条和相关国内法律。

49. 根据原子能机构保障措施，原子能机构对受制于保障措施的核材料的所有核属性进行无限制测量，并提取样本，按精确度和准确度的最高标准，对包括杂质在内的各种属性进行测量。对于机密形式的裂变材料显然不能进行这种测量。

50. 原子能机构全面保障协定是核不扩散体制的组成部分，目的是防止无核武器国家获取任何核武器。参与三方倡议的两个核武器国家都拥有数千件核武器，目前正在大幅度削减武器数量，希望最终能够减到零。适用于核裁军的核查要求最终必须同不扩散核查要求一致起来，但这还需要一定时间。

51. 三方倡议涉及如下内容：原子能机构核查的范围和目的；可能接受原子能机构核查的源于武器的裂变材料的所在地点、类型和数量；能够满足核查及监测目标、同时又不会泄露敏感资料的技术；以及为原子能机构核查措施提供经费和提供法律框架的备选方案。

#### 与后处理和浓缩有关的原子能机构保障措施和技术

52. 随着裂变材料禁产条约的范围及核查要求确定下来，原子能机构的相关经验和各国的现有要求将有助于对特定类型的设施以及酌情对特定设施开展深入调查。根据谈判授权，理论上将需要对后处理和浓缩活动进行核查，因此对原子能机构在浓缩和后处理厂执行保障措施的经验进行初步审议，可能有所帮助。

#### 申报的后处理厂

53. 在后处理厂，把核反应堆产生的钚从铀、裂变产物和其他锕类元素中分离出来。除极个别情况之外，所有钚后处理厂都采用同一种处理技术，即“普雷克斯流程”。<sup>22</sup> 后处理厂需要处理具有高度放射性的物质，因此必须在极端坚固的构造内遥控处理，以封隔放射性。这些特点，再加之精确测量在处理开始时的钚(或铀

---

<sup>22</sup> 以类似方式对钚进行辐照，再经过类似的流程分离，可以产生铀 233；但目前投入运行的铀 233 后处理厂。

233)数量所固有的困难,使得保障措施的执行工作十分复杂,而且同其他保障措施的执行相比成本更高。

54. 在后处理厂执行保障措施的目的是检测设施是否被滥用(未申报的后处理)以及申报的钚和铀的流量及存量是否被转用。运行的大型工厂在达到保障措施核查要求方面遇到的困难是最大的,由于原子能机构保障措施视察目标当中的量化部分是根据生产一件核武器所需材料数量确定的,由于这些数量同处理的核材料总量相比变得很少,必须扩大保障措施的执行范围,同时提高侵入性,以确保工厂没有被滥用,核材料得到准确测量和申报,并且没有被转用。假如后处理厂在执行保障措施之前已经投入运行,或是工厂测量仪器不完善或不可靠,技术问题会更加复杂。

55. 后处理厂的保障方案取决于众多因素,其中最重要的是工厂的运行状况:正在运行、处于备用状态、已经退役、还是已经废弃。可能出现以下几种情况:

- (一) 继续从事后处理;
- (二) 用于非后处理目的(例如,从钚中清除镅 241、废物分级等);
- (三) 备用(在这种情况下,核查要求在很大程度上取决于发布重新运行通告和实际重新启动之间的时间间隔);
- (四) 逐步退役(在这种情况下,由于重新启动所需的时间和努力随着重要部件的销毁、掩埋或拆除而增加,保障方案逐渐趋于简化);以及
- (五) 已经退役或废弃(定期检查的频率取决于建筑物是否保留下来,以及如果是,是否仍在使用当中;方法是在考虑成本的基础上开展定期视察或卫星图象分析)。

56. 必要的成本和工作将有所不同,已经退役或者废弃的设施几乎不要任何成本,而持续视察则需要动用耗资数千万美元的核查设备。

57. 针对后处理厂的原子能机构保障措施首先要分析相关国家应就以下方面提供的资料:设施的设计和构造、其运行情况以及所使用的核材料衡算系统。在考虑设施保障方案的过程中,应尽早开展设计资料审查,以决定资料是否充分,是否前后一致。在建造、服役、此后的正常运行、保养、调整以及退役过程中,设计资料要经由视察人员观察核实,并进行适当测量和检验,以确认设施的设计和运行情况同所提供的信息相吻合。除上述方法之外,可以根据实际情况开展环境取样,用

以检测具有不同特性的铀后处理。可以在此类保障措施的基础上确定某一具体设施保障方案的其他内容，并且可以据此实施其他各种保障措施。

58. 根据每个后处理设施的运行状况、规模大小以及设施的具体特点，设施保障方案将下列措施的适当组合同设计资料核查活动结合起来：

- (一) 对于后处理厂的主要部门实施封隔和监视，以继续了解业经核实的资料，并跟踪监督运行情况，以确定受到视察的运行是否符合运营方申报的情况；
- (二) 实施测量，其中包括运营方对核材料衡算、临界性安全或流程控制进行的测量，以及原子能机构利用原子能机构的设备进行的、或者根据适当安排使用运营方的设备进行的测量；
- (三) 溶液测量和监测系统，用以跟踪含有核材料的溶液在处理区内的流动情况，并提供经过验证的溶液中的核材料体积测量数据；
- (四) 近实时衡算，以检测规定的每月定期监测间隔期间内铀的损失情况；
- (五) 核材料衡算，涉及根据核实后的实物存量和实物存量变化所作的年度材料结算(这包括发货方—收货方差额分析以及连续材料结算期内未说明的材料)；以及
- (六) 累计核材料衡算，涉及设施执行原子能机构保障措施的整个期间内的总量分析和趋势分析。

59. 在后处理厂实施的保障措施之一是收集样本，交由位于 Seibersdorf (奥地利) 的原子能机构保障分析实验室以及位于八个成员国的另外 14 家实验室进行分析，所有这些实验室构成了原子能机构的分析实验室网络。在设施进行的样本准备工作之一是将样本同参考材料进行混合稀释，降低其放射性，以便于运输和处理。此类样本的运输成本非常高，需要采取适当的辐射防护措施。

60. 在后处理厂使用的核查设备包括标准密封和监视设备以及以下专用系统：

- (一) 气动测量系统，用以测量装有仪表的容器中的溶液体积和密度；
- (二) 安全样本容器，用以保护样本免受干扰；
- (三) 密度计设备，原子能机构利用此项设备在其分离和提纯前后以及过程当中对溶液中的铀浓度进行核查(对于提纯后的溶液使用 K 电子吸收

限密度计,对于含有裂变产物和铀的溶液使用混合型 K 电子吸收限密度计); 以及

- (四) 鉴于必要的样本数量以及分析时间,应该在大型后处理厂设立现场分析实验室。

#### 秘密后处理厂

61. 在全面保障协定缔约国,任何未申报的后处理都显然是违反了协定和附加议定书的规定。后处理作业通常会向大气中排放气态裂变产物,并释放粉尘,其中有些粉尘会沉降在远离设施的地方。针对秘密后处理厂的检测措施如下。

62. 加强信息分析:根据附加议定书的规定,全面保障协定缔约国必须毫无保留地提供以下方面的信息:关于后处理的研究和开发情况,用于后处理的专门容器的制造和进口情况(应要求提供),以及过去、目前及今后任何后处理厂的兴建、运行和退役情况。原子能机构分析所提供的信息,并将其同通过各种渠道获取的资料进行比较,这其中包括:

- (一) 在各国执行保障措施获取的信息;
- (二) 向原子能机构通报的涉及核材料和特定设备转让的信息;
- (三) 原子能机构通过其他活动获取的信息,包括技术合作项目;
- (四) 科学期刊和媒体披露的公开信息;以及
- (五) 国家可能提供的其他信息。

63. 补充接触:根据附加议定书的规定,原子能机构有权要求进入相关地点,以解决所提供的信息中存在前后不一致的问题。随着谈判的深入进行,将需要关于此类接触的具体规定来决定它们同裂变材料禁产条约的关系。

64. 环境取样:根据现行附加议定书的规定,可以在有补充接触的地点开展环境取样工作。大范围环境取样的程序安排需要得到原子能机构理事会的核准,才能执行附加议定书的此项规定。

#### 申报的浓缩厂

65. 在铀浓缩厂执行原子能机构保障措施,旨在满足以下三个目标:

- (一) 检测是否存在未申报的高浓缩铀生产活动，或者，假如高浓缩铀生产经过申报，则检测高浓缩铀产量是否过多；
- (二) 检测低浓缩铀产量是否过多(可以随后在秘密工厂或执行保障措施的工厂内进一步浓缩，监测风险较高)；<sup>23</sup> 以及
- (三) 检测申报的铀产物、供料或尾料是否被转用。

66. 用于检测浓缩厂内业已申报的供料、产物和尾料是否被转用的核材料衡算核查，同其他措施相结合，可以确保浓缩厂没有被用于生产未经申报的高浓缩铀。对于曾经用于生产高浓缩铀的低浓缩厂，这种方法日益重要。

67. 所有后处理厂基本上都采用一种工序，但有九种铀浓缩技术均得到改进。其中某些技术被采纳的可能性不大，另有一些技术由于耗电量过大，已经被淘汰。浓缩厂的保障方案将包含共同要素，但不同工序特点和不同工厂之间的差异要求采用不同的保障方法。原子能机构保障措施主要适用于气态离心浓缩厂，但原子能机构针对以下设施开展了调查：空气动力喷射浓缩厂，气态扩散浓缩厂，分子激光浓缩系统(MLIS)和电磁(卡留管)浓缩系统。关于在原子蒸汽激光浓缩(AVLIS)工厂内执行保障措施的问题，进行了一些研究，但关于发展水平尚不足以被工业规模工厂采用的其他技术，几乎未进行任何研究：化学交换浓缩，离子交换浓缩，以及等离子分离浓缩。

68. 同后处理厂的情况一样，设计资料审查及核实是在浓缩厂执行原子能保障措施的核心内容。浓缩技术涉及扩散敏感问题，因此，原子能机构视察人员进入浓缩设备所在地点，要受到技术所有者的限制，视察人员对于浓缩设备内部细节的观察也受到限制，接触重要的浓缩厂运行参数同样受到限制。但已经制订了在上述限制之内的有效核查安排，让原子能机构能够达到指定的目标。

69. 设计资料的审查及核实为了解供料和提取产物及尾料的工序，以及为确保此后不会对浓缩厂进行暂时或永久性改造以便将浓缩厂或其任何部分用于生产未经申报的高浓缩铀提供基准。(在建设、投入运行、正常运转、保养、改造以及退役

---

<sup>23</sup> 要生产出铀 235 浓度达到 90 % 或更高的铀，80 % 以上的分离工作是将浓缩度从自然水平(铀 235 浓度为 0.71 %) 提高到 4 % 左右。将浓缩度从 4 % 进一步提高到更高水平所需的高端设施规模将比从天然铀开始浓缩的设施小得多。

过程中，设计资料要经由视察人员观察核实，并进行适当测量和检验，以证实设施的设计和运行情况与所提供的资料相吻合。)

70. 已经证实，环境取样能够极为有效地确定浓缩厂是否生产高浓缩铀。假如浓缩厂生产高浓缩铀是用于不受禁止的目的，或是曾经生产高浓缩铀的或是靠近高浓缩厂的低浓缩厂，环境取样的成效自然会有所降低。此类设施的保障方案需要更加关注保障措施的其他方面，但即便如此，对于粉尘开展长期群集分析可以为检测是否存在新的生产活动提供基础，同位素比率的微小变化同样可以做为检测基础。

71. 对某一种浓缩技术而言，同申报的后处理厂的情况一样，浓缩厂的保障方案在很大程度上将取决于该设施的运行状况。以下状况对于制订有效、高效的保障措施尤其重要：

(一) 正在运行的浓缩厂：

(a) 生产高浓缩铀用于不受禁止的目的(在这种情况下，核查工作必须确保仅生产申报的高浓缩铀数量，环境取样的意义不大)；

(b) 生产低浓缩铀的工厂是曾经生产高浓缩铀经过改造的，或是靠近另一个生产高浓缩铀的工厂(在这种情况下，旨在检测未申报的高浓缩铀生产的核查活动将更加复杂，由于高浓缩铀的残留痕量等因素，环境取样可能意义不大)；

(c) 生产低浓缩铀，从未生产过高浓缩铀；

(二) 于备用状态(同后处理厂的情况一样，核查要求将取决于必要的事先通知时间间隔)；

(三) 退役(保障活动将逐步简化，工厂将拆除；业已拆除的浓缩设备的销毁或处理情况将受到监测)；以及

(四) 经退役或废弃(在这种情况下，也是同后处理厂的情况类似，视察方法和频率将取决于建筑物的最终状态，确保没有采取措施让已经退役或废弃的浓缩厂恢复生产的定期核查工作也将因此有所不同)。

72. 根据每一浓缩厂的技术、运行状况、能力和设计，保障方案将包括以下措施：

- (一) 测量供料、产物和尾料容器中的铀及浓缩铀的数量，方法是称容器重量，使用无损分析系统测量铀浓缩物，并取样供原子能机构保障分析实验室分析；
- (二) 对以下目标实施封隔和监视：供料、产物和尾料容器；浓缩厂的核心部门，特别是铀供料点以及产物和尾料提取点(在某些浓缩厂采用一体化封闭—监视系统，允许设施运营方附加或取消封记，以这种有效的方式确保进出业已申报的供料点和卸料点的所有容器都经过核查)；以及安装了仪器的地点，目的是不断了解经过核实资料，并跟踪运行情况，以确定受到观察的运行情况同运营方的申报资料是否吻合；
- (三) 在连锁反应实验室外的材料处理区收集环境样本，检测是否存在未经申报的核材料或核活动；
- (四) 对浓缩过程开展持续监督，或使用专门测量系统，同时对某些离心浓缩厂的连锁反应区域实施有限次数的不通知的视察，监测流程管线中的铀 235 同位素含量是否低于 20%；
- (五) 在其他离心浓缩厂将使用在线仪器，测量供料、产物和尾料中气态六氟化铀的实际浓缩量以及生产流程当中的流量计；
- (六) 对于大多数设施的连锁反应实验室采用有限次数的不通知的视察，检测设施是否改造，收集可以表明存在高浓缩活动的环境样本；
- (七) 对某些设施，监测在连续视察的间隔期间进行的分离工序，将相关数量同运营方申报的数据以及支持性视察数据进行比较；
- (八) 核材料衡算，其中包括在经过核实的实物存量和实物存量变化的基础上开展年度材料衡算(这包括发货方—收货方差额分析以及连续材料衡算期内出现的不明材料)；以及
- (九) 累计核材料衡算，其中包括设施执行原子能机构保障措施期间的总量分析和趋势分析。

### 秘密浓缩厂

73. 针对未申报的浓缩厂和未申报的后处理厂的检测方法基本上是一样的。浓缩作业通常会排放浮质，特别是在流程管线的连接处，同时也通过浓缩厂的通风系

统排放。这些浮质飘移的距离不会很远，因此在此类设施周边开展环境取样将取得成效。

74. 随着浓缩技术的进步，浓缩厂的规模大幅度缩小，所需电力减少，要发现秘密浓缩厂的排放物因此更加困难。

75. 加强信息分析：各国必须毫无保留地提供以下方面的信息：与浓缩有关的研究和开发，浓缩设备和专门材料(例如碳纤维容器和马氏体时效钢)的制造和进口情况，以及过去、目前及今后任何浓缩厂的兴建、运行和退役情况。关于后处理厂，原子能机构分析所提供的信息，并将其同通过上述渠道获取的后处理厂相关资料进行比较。

补充接触：同上文所述的后处理厂情况一样。

76. 环境取样：同后处理厂的情况一样，可以根据附加议定书的规定，在开展补充接触的地点采集环境样本。大范围环境取样的程序安排需要得到原子能机构理事会的核准，才能执行附加议定书的此项规定。但在远离浓缩厂的地方检测到浓缩迹象的可能性很小。

## 核查选择

77. 原子能机构研究了可能的核查情景、相关成本以及这些备选方案可能就裂变材料禁产条约缔约国的履约情况提供的保证程度，现概述如下。

## 核查范围

78. 从技术角度出发，如果不能对某国核燃料循环的全部环节适用核查安排，在确保不生产用于核爆炸装置的核材料问题上，其保证水平达不到原子能机构在无核武器国家通过执行全面保障协定所提供的保证。为向裂变材料禁产条约缔约国提供类似于原子能机构根据全面保障协定所提供的保证，核查系统必须适用于这些国家申报的核燃料循环的全部环节，并能够检测是否存在未申报的生产设施及核材料。

79. 将裂变材料禁产条约核查措施同加强的原子能机构现行保障系统结合起来，将对前者有所助益。核查措施的设计将考虑到当前以及未来的技术发展，因为

技术进步将有助于提高保障措施提供的保证水平。此外，正如上文指出，在检测是否存在未申报的设施和裂变材料的问题上，核查措施能够提供更多保障。

80. 裂变材料禁产条约生效之后生产的任何裂变材料，无论是裂变材料生产厂还是通过民用核设施生产的，在处理、使用和储存过程中都应执行保障措施。

81. 各国应讨论在何种程度上允许国家存量中在条约生效时已有的裂变材料免于接受核查。为避免混淆，特明确说明这些存量是：

- (一) 用于武器用途的军事储存(其中包括拆除武器所得核材料)；
- (二) 用于不受禁止活动的核材料军事储存；以及
- (三) 民用储存。

82. 假如核查体制的目标仅限于核实是否履行不生产用于裂变材料禁产条约所禁止目的的裂变材料的承诺，将无法保证将用于上述目的的现有裂变材料存量不会在条约生效之后通过生产之外的其他手段增加(例如，通过申报和/或未申报的用于核武器或其他核爆炸装置的裂变材料(非法)进口，或者使用现有民用存量或用于不受禁止的军事目的的现有军事存量)。

83. 从技术角度来说，裂变材料禁产条约的全面核查体制显然是最佳选择；但各国可能倾向于资源密集程度较低的选择方案，以综合方法的不扩散及裁军利益换取成本更低、针对性更强(针对核设施)的方法。例如，各国可以将核查的技术目标限定为提供保障，确保直接使用材料的所有生产设施不是关闭就是其运行情况受到核查；未明确规定免于核查的裂变材料所有存量在裂变材料禁产条约生效之后仍然要接受核查。

84. 因此，原子能机构审议了若干其他选择方案及其具体资源要求。这些方案的规模较小，因此成本较低，但这些资源密集程度较低的选择方案提供的保障水平远远低于原子能机构在无核武器国家根据全面保障协定执行保障措施所提供的保障，除非核查机构拥有必要的授权和强大的实力来调查未申报的活动及材料。

85. 一个重要问题是：国际核查机制是否将包括检测未申报的核设施及裂变材料的措施？

86. 这个问题的答案将决定核查系统能否遏制潜在的违约者，能否保证民事和/或军事生产设施不生产未申报的用于武器的裂变材料，以及能否保证未申报的设施不生产用于武器用的裂变材料。

87. 毋庸赘言，如果在核查对象问题上对核查系统施加任何限制，就更加需要一个明确、有效的机制，使核查机构能够调查可能违反裂变材料禁产条约的情况，从而使有限的核查方案能够向所有缔约方提供可以接受或可信的保证，没有任何缔约方违反条约。

88. 各国需要确定用于检测被禁止的活动的核查机制。需要解决这个问题的两个方面：

- (一) 在分析从各种渠道获取的信息之外允许进行哪些与检测违禁迹象有关的活动(例如，设置空气和水监测站网络，检测正在运转的后处理厂或高浓缩铀浓缩厂排放的粉尘；进入国内任何地点，以便采集样本，开展大气监测以检测生产厂和反应堆的排放物，以及/或者分析卫星图象，检测是否修建了屏蔽设施以掩盖后处理厂，对热辐射开展卫星分析，等等)；以及
- (二) 为解决检测到的可疑迹象，可以采取哪些行动(无论是否根据接触国内大部分地点的限额安排例如《化学武器公约》或《欧洲常规武装力量条约》所涵盖的地点，根据类似于《附加议定书范本》或《化学武器公约》为敏感地点采取的“受管接触”安排，进行专门视察或质疑视察，等等)。

89. 检测未经申报的生产设施的核查要求将取决于裂变材料禁产条约的规定。要提供高度保证，裂变材料禁产条约的条款就需要允许对后处理厂或浓缩活动排放的放射性核素采取大范围环境取样等措施，其中包括空中辐射绘图以及收集土、水、沉积物和生物群样本，同时对某些地点开展直观视察，同指定的政府、科学及行业人员进行讨论。原子能机构在加强后的保障措施框架内已经采取了上述大多数措施。

90. 除覆盖面和范围问题之外，各国还需要考虑与裂变材料禁产条约核查有关的多项具体问题。虽然可能成为核查对象的很多设施将需要执行原子能机构式的保障措施，但由于前核武器设施监测工作的独特特性，未必能够切实全面执行原子能机构保障措施(具体的安全和安保问题，源自数十年核武器材料生产的运行限制，这些设施在保障措施问题上的“不友好特点”，以及必须保护敏感资料以防扩展风险)。

91. 各国可能决定不永久性地停止某些单为提供钚目的修建的生产设施的生产活动，而是采取调整措施，让此类设施从事和平活动，或继续开展裂变材料禁产

条约可能允许的生产活动，以支持不受禁止的核军事活动。工厂是否关闭或继续运行，核查要求(及资源)将有很大区别。假如已经关闭的工厂过去曾经生产实际或可能用于核武器的裂变材料，核查工作可主要以遥感使用封记并定期视察为基础；这属于直接、低成本、非侵入性核查方法。但要保证此类设施始终处于关闭状态，还要看是否准备重新启用。假如已经采取措施让工厂退役或拆除重要部件，在进行首次现场核查证实工厂已经退役或重要部件已经拆除之后，监测可偶尔进行。但假如国家希望这些设施继续运行，用于不受禁止的目的，对它们实施保障措施的成本会更高，也更为复杂。

92. 某些国家的军事和民用核燃料循环没有完全分开，为此，核查安排需要考虑到这些国家对保护保密资料的合法关切，同时不妨碍核查要求。可以考虑采取不同程度侵入性的措施：

- (一) 遥感(即，利用卫星/和或飞行器收集的高空直观和红外数据)能够有效核查生产设施是否已经关闭，不会有泄露敏感信息的风险，对于设施几乎不会造成任何影响；
- (二) 在一场址或其周边地区进行环境取样，检测后处理和浓缩活动的核及化学迹象，这种方法不会对设施的正常运行造成重大影响；以及
- (三) 受管接触视察，能够兼顾视察人员履行职务的需要和接受视察的国家保护敏感信息的权利。

93. 某些国家可能继续将高浓缩铀用于军舰推进反应堆以及为氙生产反应堆提供燃料；要核查高浓缩铀不被转用于受到禁止的爆炸用途，必须将侵入程度控制在可以接受的水平，同时让核查机构能够适当保证条约规定得到遵守。

94. 关于高浓缩铀用于军舰推进反应堆的问题，可以适用类似于全面保障协定范本 INFCIRC/153 第 14 段规定的程序。该规定是，用于不受禁止的军事活动(即军舰推进)的核材料可以免除原子能机构保障措施，但必须向原子能机构通报核材料的

总数量及成分，一旦这些材料撤出反应堆，重新纳入存量，必须再次执行保障措施。迄今为止，这项保障规定从未援用，其是否有效也从未经过检验。<sup>24</sup>

95. 氟的生产将从两个方面给裂变材料禁产条约的核查工作造成影响：首先，用作氟生产反应堆燃料的高浓缩铀可以转用于武器；其次，用于氟生产的反应堆也可以用来生产武器用的钷。因此，核查方法必须确保能没有出现任何违禁活动。

## 核查：技术要求、成本和执行

### 技术要求

96. 具体要求将有助于建立并执行一套核查系统，用于指导编制预算、就具体工作安排进行谈判、人员配置、例行视察规划和评估、研究和开发等工作。可以根据测量目标就核查系统的能力做出具体规定：相关裂变材料的数量；核查系统就裂变材料数量问题做出结论的时间参数；以及相关结论希望达到的可靠程度。

97. 上述目标通常体现出技术有效性和成本之间的平衡。随着需要测量的裂变材料数量不断减少，及时性不断提高，各方对于结论的信任不断增强，核查成本和系统保障水平相应提高。

### 数量指标

98. 根据裂变材料禁产条约，接受核查的裂变材料最低数量要求取决于不同理由，例如：

- (一) 根据裂变材料禁产条约接受核查的裂变材料数量的固定百分比；这项理由将承诺履行条约同各国大幅度增加现有裂变材料存量所需的裂变材料数量直接挂钩。但由此会造成这样一种情况：针对裂变材料存量多的国家开展核查活动的力度要弱于裂变材料存量少的国家；

---

<sup>24</sup> 尚没有国家执行过全面保障协定允许将核材料指定用于利用其裂变性、但不受禁止的军事用途的规定。1987年，加拿大曾经考虑将此项免除适用于核动力潜艇，但最终取消了核潜艇购买计划。一些国家曾经对用于陶瓷和在石化工序中用作催化剂的贫化铀和天然铀以及用作航空器和船舶压载材料的贫化铀金属免除保障措施。

(二) 生产一件核武器所需的数量；这是原子能机构保障措施的基础，采用同样的指标将有助于建立一视同仁的核查系统。<sup>25</sup>

#### 及时性要求

99. 可以根据国家将裂变材料转化为核武器所需的时间来确定及时性要求。

100. 首先，假如某国已经完成所有前期安排，并决定在行动被察觉之前在最短时间内获取核武器，它能够多快地行事。根据原子能机构保障系统，核材料的物理形式将决定制造核武器所需时间。对于纯分离核材料而言，做出有效结论的及时性指标为一个月；对于辐照的核材料而言，及时性指标为三个月；此外还针对其他核材料制订了及时性指标。<sup>26</sup>

101. 第二个及时性考虑因素与国家可以规划执行的最低转用率有关。在短时间内开展大规模转用比长期少量转用更有可能被检测到。原子能机构保障措施的目的是检测核材料是否被转用于核武器或其他核爆炸装置(为及时性目标，这是通过将检测时间同铀或高浓缩铀重要量(8 公斤铀、25 公斤铀 235 或 8 公斤铀 233)的估计转化时间一个月进行比较来做的，<sup>27</sup> 探知及时性指标是用来确定在一个日历年度内对设施(或设施外地点)进行视察和保障活动的频率，以便核实没有突然出现转用情况)。

#### 探知概率

102. 决定核查系统技术成效的第三项参数是希望核查结果达到的可靠程度，即，核查系统探知可能的转用的概率。对于分离的铀和浓缩铀，原子能机构保障措施的目的是令人可信地保证一个重要量的转用会被探知。<sup>28</sup>

103. 从技术角度来看，裂变材料禁产条约采用的标准最好同原子能机构保障措施的现行标准一样。采用相同的要求不仅能够避免两种核查制度之间的分歧，而且比采用不同要求的标准更加容易管理和执行。

---

<sup>25</sup> 见《原子能机构保障术语》，同前，第 3.13 至 3.14 段(第 22 至 23 页)。

<sup>26</sup> 同上，第 3.20 段(第 24 至 25 页)。

<sup>27</sup> 同上，第 3.13 至 3.15 段(第 22 至 24 页)。

<sup>28</sup> 见《原子能机构保障术语》，同前，第 3.15 至 3.16 段(第 23 至 24 页)。

## 资源概算

104. 当前执行保障措施的设施的核查成本，原子能机构收集了广泛数据。但关于裂变材料禁产条约，需要对目前没有执行原子能机构保障措施的设施进行估算，这些设施曾经或目前属于核武器国家和非《不扩散条约》缔约国的国防计划。应该指出的是，秘书处目前还没有得到这些设施的所有必要资料，一旦签署条约，缔约国应提供这些资料。

105. 在这种情况下，秘书处将以基本上源自公开文献的资料和原子能机构执行保障措施的经验为基础，进行初步估算。可以依据相关设施参数(例如，设施类型、状况、核材料的类型和数量、地点，等等)制订计算方法，用以推算可能需要的保障行动。

106. 裂变材料禁产条约的核查工作显然需要投入大量财政资源。假如各国认为原子能机构是最适合执行裂变材料禁产条约履约情况核查工作的机构，就应该商定核查开支方式。

107. 原子能机构可以建议一个基于现行保障措施的裂变材料禁产条约核查系统，但需要为增加的人员配备和支助活动持续提供经费。需要更多技术人员，其中包括视察人员及其支助人员、系统分析人员、计算机程序员和数据员、化学分析人员、统计人员、保障措施分析人员、设备开发专家、设备管理专家和技术员。此外还可以考虑适当增加非技术工作人员。核查裂变材料禁产条约所需的设备将非常多，特别是在执行条约初期。

108. 1995年，秘书处以八个国家(中国、法国、印度、以色列、巴基斯坦、俄罗斯、联合王国和美国)的 995 处核设施(其中包括已经退役和关闭的设施以及正在建设的设施)数据库为基础，进行了成本估算。根据参数计算，裂变材料禁产条约的核查成本在 0.5 亿到 1.5 亿欧元之间。

## 分阶段执行

109. 可能有 200 至 1000 处核设施(取决于条约的规模)需要核查，因此即使裂变材料禁产条约核查系统不是全面的核查系统，也需要很长时间才能完全执行核查

规定。某些国家的核材料管制及衡算系统需要进行调整，以符合国际公认标准，某些设施在设计时没有考虑到核查行动。

110. 此外，目前尚不清楚核查机构同每个缔约国缔结核查协定是否会作为执行条约核查规定的附加条件。

111. 对于制订大型核计划并执行保障措施的国家，原子能机构已经顺利解决了核查其申报内容是否准确及完整的问题。对于正在运行和已经关闭的设施，原子能机构审查了衡算及运行历史记录。这项任务极具挑战性，对于原子能机构履行使命的能力至关重要的是，各国给予充分合作，让原子能机构不受限制地获取全部相关信息和进入各处相关地点。

112. 按照根据原子能机构执行全面保障协定的指导原则制订的轻重缓急优先顺序(即，针对核燃料循环的各个阶段开展重点核查，其中包括可用于生产核武器或其他核爆炸装置的核材料的生产、处理、使用、储存)，可以分阶段开展核查活动。

## 结 论

113. 原子能机构保障措施始于 20 世纪 60 年代，并且随着承担新的核查责任、和平核活动的规模和复杂性提高、以及国际关系提出新的挑战，继续不停地发展变化。保障措施目前的经常预算为 1.3 亿美元，此外还有 1,610 万美元预算外捐款，原子能机构的 250 多名视察人员利用百种以上不同核查系统每年开展 2,100 多次视察任务，相当于每年超过 9,000 个视察人·日。<sup>29</sup> 截止到 2005 年 12 月 31 日，原子能机构保障措施适用于 930 处设施(其中包括 240 处动力堆、158 处研究反应堆和重要组件、13 处浓缩厂、7 处后处理厂、89.9 吨在反应堆芯外没有经过辐照的铀、845 吨辐照燃料中的铀、以及 29.5 吨高浓缩铀)。不同国家和不同设施采用的法律、技术及管理安排反映出保障协定所规定的义务。审议很多领域的现有保障安排，将确保裂变材料禁产条约的核查以及原子能机构保障措施的落实工作能够以最低的成本获得最大的效益。

---

<sup>29</sup> 一个“视察人·日”(PDI)即一名视察人员在任何时候接触设施时间不超过 8 小时的一天。2005 年原子能机构年度报告见于网页：<http://www.iaea.org/Publications/Reports/Anrep2005/index.html>；“2005 年保障措施说明、保障措施说明的背景以及 2005 年保障措施内容报告”执行摘要》见于网页：<http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/es2005.html>。

114. 根据原子能机构秘书处的评估，裂变材料禁产条约的核查可通过与目前原子能机构保障体制所采用的类似的核查系统进行。选择何种系统来核查裂变材料禁产条约的履约情况，将由各国来决定。在这方面，各国必须解决保证程度问题和开支问题。正如上文指出，原子能机构充分认识到各国对于裂变材料禁产条约的规模及核查问题持有不同意见，并且无意预先判断上述问题在裁军谈判会议上的讨论结果。原子能机构随时愿意应要求以各国认为适当的方式协助开展进一步讨论和谈判。

-- -- -- -- --