

国际原子能机构《核安保丛书》第25-G号

实施导则

# 设施中用于核安保目的 的核材料衡算和控制的 应用



**IAEA**

国际原子能机构

# 国际原子能机构《核安保丛书》

国际原子能机构《核安保丛书》处理与防止和侦查涉及或针对核材料、其他放射性物质、相关设施或相关活动的犯罪行为或未经授权的故意行为并予以做出响应有关的核安保问题。这些出版物符合并补充国际核安保文书，例如《核材料实物保护公约》及其修订案、《制止核恐怖主义行为国际公约》、联合国安全理事会第 1373 号决议和第 1540 号决议以及《放射源安全和安保行为准则》。

## 国际原子能机构《核安保丛书》的类别

原子能机构《核安保丛书》出版物按以下类别发行：

- **核安保基本原则**详述国家核安保制度的目标和这种制度的基本要素。这些基本原则构成“核安保建议”的基础。
- **核安保建议**提出国家按照“核安保基本原则”为实现和保持有效的国家核安保制度应当采取的措施。
- **实施导则**就国家可以实施“核安保建议”中提出的措施的方法提供指导。因此，这些导则注重如何落实与广泛的核安保领域有关的建议。
- **技术导则**就具体技术主题提供指导，以补充“实施导则”中提供的指导。这些导则注重如何实施必要措施的细节。

## 起草和审查

《核安保丛书》出版物的编写和审查涉及原子能机构秘书处、成员国专家（协助秘书处起草这些出版物）以及审查和核准出版物草案的核安保导则委员会。适当时，在起草期间还举行不限人数的技术会议，为成员国和相关国际组织的专家提供机会审查和讨论文本草案。此外，为确保高水平的国际审查和达成高度国际共识，秘书处向所有成员国提交草案文本，以供进行 120 天的正式审查。

对于每份出版物，秘书处都要编写核安保导则委员会在编写和审查过程的相继阶段予以核准的以下内容：

- 说明预定新的或经修订的出版物的概要和工作计划、其预定用途、范围和目录；
- 提交成员国的出版物草案，以供在 120 天磋商期间发表意见；
- 考虑了成员国意见的最终出版物草案。

原子能机构《核安保丛书》出版物的起草和审查过程考虑到机密性，并且承认核安保与总体乃至具体的国家安保关切有着密不可分的联系。

一个基本的考虑因素是在这些出版物的技术内容上应当虑及相关的原子能机构安全标准和保障活动。特别是，在以上所述每个阶段由相关安全标准分委员会以及核安保导则委员会对涉及与安全有接口的领域的《核安保丛书》出版物（称作接口文件）进行审查。

# 设施中用于核安保目的 的核材料衡算和控制的应用

## 国际原子能机构的成员国

阿富汗	格鲁吉亚	挪威
阿尔巴尼亚	德国	阿曼
阿尔及利亚	加纳	巴基斯坦
安哥拉	希腊	帕劳
安提瓜和巴布达	格林纳达	巴拿马
阿根廷	危地马拉	巴布亚新几内亚
亚美尼亚	几内亚	巴拉圭
澳大利亚	圭亚那	秘鲁
奥地利	海地	菲律宾
阿塞拜疆	教廷	波兰
巴哈马	洪都拉斯	葡萄牙
巴林	匈牙利	卡塔尔
孟加拉国	冰岛	摩尔多瓦共和国
巴巴多斯	印度	罗马尼亚
白俄罗斯	印度尼西亚	俄罗斯联邦
比利时	伊朗伊斯兰共和国	卢旺达
伯利兹	伊拉克	圣基茨和尼维斯
贝宁	爱尔兰	圣卢西亚
多民族玻利维亚国	以色列	圣文森特和格林纳丁斯
波斯尼亚和黑塞哥维那	意大利	萨摩亚
博茨瓦纳	牙买加	圣马力诺
巴西	日本	沙特阿拉伯
文莱达鲁萨兰国	约旦	塞内加尔
保加利亚	哈萨克斯坦	塞尔维亚
布基纳法索	肯尼亚	塞舌尔
佛得角	大韩民国	塞拉利昂
布隆迪	科威特	新加坡
柬埔寨	吉尔吉斯斯坦	斯洛伐克
喀麦隆	老挝人民民主共和国	斯洛文尼亚
加拿大	拉脱维亚	南非
中非共和国	黎巴嫩	西班牙
乍得	莱索托	斯里兰卡
智利	利比里亚	苏丹
中国	利比亚	瑞典
哥伦比亚	列支敦士登	瑞士
科摩罗	立陶宛	阿拉伯叙利亚共和国
刚果	卢森堡	塔吉克斯坦
哥斯达黎加	马达加斯加	泰国
科特迪瓦	马拉维	多哥
克罗地亚	马来西亚	汤加
古巴	马里	特立尼达和多巴哥
塞浦路斯	马耳他	突尼斯
捷克共和国	马绍尔群岛	土耳其
刚果民主共和国	毛里塔尼亚	土库曼斯坦
丹麦	毛里求斯	乌干达
吉布提	墨西哥	乌克兰
多米尼克	摩纳哥	阿拉伯联合酋长国
多米尼加共和国	蒙古	大不列颠及北爱尔兰联合王国
厄瓜多尔	黑山	坦桑尼亚联合共和国
埃及	摩洛哥	美利坚合众国
萨尔瓦多	莫桑比克	乌拉圭
厄立特里亚	缅甸	乌兹别克斯坦
爱沙尼亚	纳米比亚	瓦努阿图
科威特	尼泊尔	委内瑞拉玻利瓦尔共和国
埃塞俄比亚	荷兰	越南
斐济	新西兰	也门
芬兰	尼加拉瓜	赞比亚
法国	尼日尔	津巴布韦
加蓬	尼日利亚	
冈比亚	北马其顿	

国际原子能机构的《规约》于1956年10月23日经在纽约联合国总部举行的原子能机构《规约》会议核准，并于1957年7月29日生效。原子能机构总部设在维也纳，其主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。

国际原子能机构《核安保丛书》第 25-G 号

# 设施中用于核安保目的 的核材料衡算和控制的应用

## 实施导则

国际原子能机构  
2024 年·维也纳

## 版权说明

国际原子能机构的所有科学和技术出版物均受 1952 年（伯尔尼）通过并于 1972 年（巴黎）修订的《世界版权公约》之条款的保护。自那时以来，世界知识产权组织（日内瓦）已将版权的范围扩大到包括电子形式和虚拟形式的知识产权。必须获得许可而且通常需要签订版税协议方能使用国际原子能机构印刷形式或电子形式出版物中所载全部或部分内容。欢迎有关非商业性翻印和翻译的建议并将在个案基础上予以考虑。垂询应按以下地址发至国际原子能机构出版处：

Marketing and Sales Unit  
Publishing Section  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre  
PO Box 100  
1400 Vienna, Austria  
传真：+43 1 2600 29302  
电话：+43 1 2600 22417  
电子信箱：sales.publications@iaea.org  
<https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu>

© 国际原子能机构 · 2024 年  
国际原子能机构印制  
2024 年 2 月 · 奥地利

设施中用于核安保目的的核材料衡算和控制的应用

国际原子能机构，奥地利，2024 年 2 月  
STI/PUB/1685  
ISBN 978-92-0-542723-2（简装书：碱性纸）  
978-92-0-542623-5（pdf 格式）  
ISSN 2790-7023

# 前 言

根据《国际原子能机构规约》，国际原子能机构的主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。我们不仅要防止核武器扩散，还要确保核技术可以用于健康和农业等和平目的。所有核材料、其他放射性物质以及相关设施均须得到安全管理，并予以充分保护，防止发生违法犯罪行为或未经授权的蓄意行为。

核安保是每个国家的责任。国际合作对于支持各国建立和保持有效的核安保制度至关重要。众所周知，国际原子能机构在促成此类合作和为各国提供帮助方面发挥着核心作用。国际原子能机构的作用反映了其广泛的成员关系、职责和权力、独特的专长以及为各国提供技术支持、专家和实用指导方面的丰富经验。

自 2006 年起，国际原子能机构发布《核安保丛书》出版物，帮助各国建立有效的国家核安保制度。这些出版物是对《核材料实物保护公约》及其修订案、《制止核恐怖主义行为国际公约》、联合国安全理事会第 1373 号和第 1540 号决议、《放射源安全和安保行为准则》等国际核安保法律文件的补充。

国际原子能机构成员国的专家们积极参与编制《导则》，确保其反映各国在核安保问题良好实践上达成一致。国际原子能机构核安保导则委员会成立于 2012 年 3 月，由成员国代表组成，负责在《核安保丛书》编制过程中对出版物草案进行审批。

国际原子能机构将继续与其成员国合作，确保世界各国人民都能享受和平核技术所带来的种种益处，帮助他们提高健康和福祉水平，促进繁荣。

## 编者按

国际原子能机构《核安保丛书》发布的导则对各国不具有约束力，但各国可利用这种导则协助其履行国际法律文书规定的义务以及在本国范围内履行其核安保责任。用“应当”表述的导则旨在提出国际良好实践和表示对各国有必要采取建议的措施或等效替代措施的国际共识。

安保相关术语按其所在出版物中或该出版物所支持的更高一级导则中的定义加以理解。在其他情况下，词语均按其通常理解的意义使用。

附录被视为出版物的一个不可分割的组成部分。附录中的资料具有与正文文本相同的地位。附件用于提供实例或补充资料或解释。附件不是主文本不可分割的组成部分。

虽已尽力保持本出版物中所载信息的准确性，但是国际原子能机构及其成员国对使用本出版物可能产生的后果均不承担任何责任。

使用某些国家或领土的特定名称并不意味着国际原子能机构作为出版者对这类国家或领土、其当局和机构或其边界划定的法律地位作出任何判断。

提及具体公司或产品的名称（不论表明注册与否）并不意味着国际原子能机构有意侵犯所有权，也不应被解释为国际原子能机构的认可或推介。



# 目 录

<b>1. 引言</b> .....	<b>1</b>
背景 (1.1-1.6).....	1
目的 (1.7).....	3
范围 (1.8-1.11).....	3
结构 (1.12-1.13).....	3
<b>2. 核材料衡算和控制系统监管框架 (2.1)</b> .....	<b>4</b>
成员国监管框架内的核材料衡算和控制系统的具体考虑 (2.2).....	4
授权和许可 (2.3-2.5).....	5
主管部门对设施的管理监督 (2.6-2.8).....	5
<b>3. 核安保的定制核材料衡算和控制系统 (3.1)</b> .....	<b>6</b>
核材料衡算和控制系统目标 (3.2-3.3).....	6
威慑和侦测未经授权转移核材料时核材料衡算和控制系统、 实物保护系统和其他设施系统的互补使用 (3.4-3.8) .....	6
明确评估设施的核材料衡算和控制系统核安保标准 (3.9-3.16) .....	8
主管部门的职责 (3.17-3.18).....	9
<b>4. 设施级核材料衡算和控制系统要素 (4.1-4.3)</b> .....	<b>9</b>
管理核材料衡算和控制系统 (4.4-4.32).....	10
记录 (4.33-4.59).....	16
核材料的实物库存评价 (4.60-4.81).....	22
测量和测量质量控制 (4.82-4.107).....	27
核材料控制 (4.108-4.145).....	32
核材料移动 (4.146-4.160).....	41
违规行为的侦测、调查和解决 (4.161-4.168).....	45
核材料衡算和控制系统评估与性能测试 (4.169-4.180) .....	47
<b>参考文献</b> .....	<b>51</b>
<b>参考书目</b> .....	<b>52</b>
<b>术语表</b> .....	<b>53</b>



# 1. 引言

## 背景

1.1. 本出版物提供导则，供成员国自愿使用。通过使用核材料衡算和控制（NMAC）系统，确保成员国在核设施级加强核安保工作。（本出版物中的术语“衡算”与其他《核安保丛书》出版物中的术语“会计学”同义。）许多核安保相关出版物对使用该系统支持核安保并概括论述核材料衡算和控制对核设施中核安保所做贡献的需求和建议的要求进行了描述。2004年，联合国安全理事会通过了第1540号决议[1]。该决议内容为不扩散大规模杀伤性武器，于2004年4月28日获得一致通过。根据《联合国宪章》第七章，该决议规定了联合国所有成员国的义务，特别是“(a) 制订和保持对生产、使用、储存或运输中的[核材料]加强衡算和安保的有效措施；(b) 制订和保持有效的实物保护措施”。1980年签署的《核材料实物保护公约》[2]是核材料实物保护（包括运输中的保护）领域唯一具有法律约束力的国际文书，制订了防止、侦测和惩处与核材料有关的犯罪行为。此外，2005年通过的《核材料实物保护公约》修订案扩大了《公约》的适用范围，覆盖了国内使用、储存和运输以及破坏用于和平目的的核设施和核材料领域。国际原子能机构《核安保丛书》中的《核材料和核设施实物保护的核安保意见》（INFCIRC/225/Revision 5号文件）[3]于2011年发行，对核材料衡算和控制对核设施中核安保的任务和劝告性贡献作了界定（见段落3.17、3.19、3.26、3.28、3.36、3.47、4.10、4.11、4.57、4.58、5.19以及“定义”）。（本出版物中术语“核设施”在参考文献中有明确定义。[3]术语“设施级”通常缩写为“设施”以方便阅读，同时有意区别于“国家级”。）

1.2. 本出版物提供的导则不具有法律约束力，无意增加、减少、修订或取消核安保领域相关保障协定或具有法律约束力的国际文书规定的国际原子能机构及其成员国的权利和义务。在使用本出版物提供的导则时，成员国应该确保实施期间不会抵触或干涉国际原子能机构相关保障协定规定义务的履行。

1.3. 本出版物重点关注防止和减少内部人员构成风险的措施。本出版物陈述了可在核设施中与设施现有其他系统共同实施的项目的各个要素，旨在威慑和侦测未经授权转移核材料的行为，这些大纲包括实物保护、辐射和放射性污染监控和操作系统。本出版物的许多章节中，题为“与核安保有关的特殊方面”小节强调了对缓解内部人员威胁尤为重要的功能或改进问题。

1.4. 设计核安保措施的目的是保护核设施和核材料免遭敌对方（比如核设施内外的非成员国行动者）破坏。（从历史上讲，术语“实物保护”通常被用于描述现在所讲的核材料和核设施的核安保[3]。）《实施导则》：针对内部人员威胁的预防和保护措施[4]将敌对方描述为任何个人实施或试图实施的恶意行为。具有恶意的内部人员指经授权可以进入核设施或接近运输中的核材料、接触运营知识或敏感信息，且有时间实施恶意行为的敌对方。内部人员可能是经雇佣进入核设施领域的设施管理人员或另一个组织的雇员（比如负责核材料衡算和控制、管理、维护、操作的人员）或承包商或临时雇员。

1.5. 在核设施中，核材料衡算和控制系统通过保存全部核材料清单（包括与位置有关的信息）帮助威慑和侦测未经授权转移核材料的行为。系统应当提供同位素成分、数量、类型、位置、使用和移动等信息。如果系统暗示核材料可能被未经授权转移或未经授权使用，系统应该具备登记警报和启动响应的能力。有效的核材料衡算和控制系统能够侦测涉及核材料的恶意内部活动，支持对涉及核材料的违规行为进行正确评估。如果出现未经授权从核设施中转移核材料，核材料衡算和控制系统应当具备识别被转移核材料的数量和特点的能力。

1.6. 对核安保而言，实物保护系统及核材料衡算和控制系统以协调和互补方式发挥作用。参考文献[3]中建议安排实物保护系统及核材料衡算和控制系统提供纵深防御，提高未经授权转移核材料的侦测能力。运营单位最终要对核材料的保护负责[3]。

## 目的

1.7. 本出版物的目标是描述如何使用核设施中的核材料衡算和控制系统，通过及时侦测未经授权转移核材料和提供针对这类可能行动的威慑，加强核安保。核材料衡算和控制系统的首要目标是保持和报告关于涉及核材料所有活动和作业（包括转移）的准确、及时、完整和可靠信息。这些信息应该包括核设施中核材料的位置、数量和特点。目的是保持对核材料的管控，确保情况掌握的连贯性，从而提升威慑和侦测未经授权转移核材料的能力。

## 范围

1.8. 本出版物提供在必要时评估和加强核材料衡算和控制系统从而实现核设施中成员国核设施安保目标的导则[3]。导则供成员国核设施主管部门[3]和任何类型核设施的运营单位使用。尽管总体原则适用于放射性材料而不是核材料的安保，但本出版物涵盖范围仅限于核材料。根据未经授权转移这些材料的潜在后果，实施方法可能有所不同。

1.9. 本出版物并不涵盖核设施或核材料的安全。核设施和相关活动的辐射防护和安全要求以及满足这些要求的意见均包含在国际原子能机构安全标准中，并随国际原子能机构《安全标准丛书》发行。

1.10. 本出版物的所有章节并非都与核设施有关。

1.11. 为了全面实现核安保目标，成员国或设施运营单位可能需要提升现有核材料衡算和控制系统的能力。本出版物提供了提升这些能力的指导。整个核材料衡算和控制系统应该由成员国监管。

## 结构

1.12. 本部分结束后，第 2—4 部分介绍了核材料衡算和控制的总体原则及这些原则在核设施一级核安保中的应用情况。第 2 部分解决核安保监管框架与核材料衡算和控制系统使用之间的关系问题，包括颁证导则、监管和实施。第 3 部分解决设施中核材料衡算和控制系统的优化问题，包括评估核材料衡算和控制系统对核安保总体有效性所做贡献以及设施中其他系统

的核材料衡算和控制系统的协调（如实物保护系统），从而起到威慑和侦测未经授权转移核材料的效果。第 4 部分介绍了达成核安保目标的核材料衡算和控制系统要素和实践所做的贡献（包括关于设施内部或从设施中转移核材料的专业词汇介绍），涉及领域如下：

- 管理架构；
- 记录和报告；
- 核材料实物库存；
- 测量及其质量控制；
- 核材料管控；
- 核材料移动；
- 侦测、调查和解决违规行为情况；
- 质量管理；

1.13. “定义”部分对相关术语进行了定义。如果定义源自出版物，参考文献会提供。应该注意的是，这些术语可能同于或类似于其他文章中有着不同定义的术语；如果发生这种情况，首次出现即须明确。

## 2. 核材料衡算和控制系统监管框架

2.1. 设施中核材料衡算和控制系统建立在国家监管框架之内，由成员国主管部门控制。国际原子能机构关于核相关法律和执行立法方面（包括核安保的各个方面）的导则见《核法律手册》[5]和《核法律手册：执行立法》[6]。

### 成员国监管框架内的核材料衡算和控制系统的具体考虑

2.2. 成员国监管框架应该阐明核设施中的核材料衡算和控制系统的设计和性能要求，包括核安保要求。关于针对设施中的核材料的数量和吸引力所采取措施的紧迫性，核安保要求应该与类似于实物保护[3]的分级法保持一致。成员国可能会将本导则的要素与监管框架适当整合。

## 授权和许可

2.3. 在开始运营或接收核材料之前，希望开展核材料相关活动的运营单位应该获得成员国主管部门关于核设施的授权（如许可证）。在收到可拥有核材料的许可证前，运营单位尤其应该证明自己已经制订了有效的核材料衡算和控制系统。

- 关于监管核材料生产、加工、使用、处理和储存或处置的立法；
- 法规、规则和标准；
- 建议可能采用的实施方法的相关导则。

2.4. 成员国或成员国主管部门应该将提交设施中核材料衡算和控制系统的评估要求纳入许可考虑。成员国政府和运营单位在开展这类活动时可以使用几种方法。设施应该将核材料衡算和控制系统的评估情况形成文档，并展示系统威慑和侦测未经授权转移核材料的能力。运营单位对核设施使用期内核材料衡算和控制系统的实施负责。

2.5. 成员国主管部门和运营单位必须承认核安保中实施核材料衡算和控制的重要性。作为核安保的一个重要贡献要素，核材料衡算和控制应该在核安保文化中予以推广。

## 主管部门对设施的管理监督

2.6. 成员国主管部门应该监督设施的核材料衡算和控制系统。监督应该包括定期检查和评估设施的核衡算和控制系统对实现设施核安保目标所做的贡献。

2.7. 主管部门对核设施的监督不应该局限于检查。根据成员国现有监管框架，除了检查，主管部门还可以将核设施运营单位提交的信息作为监督依据。信息应该包含衡算报告、材料平衡报告、库存变化报告、事件通知、许可证申请和其他相关文件。对日常运营的观察或设施自我评估也可以为主管部门提供有用信息。这类信息可以和监管要求一起用于评估设施的材料衡算和控制系统的合规性，对检查的组织、准备和实施非常必要。

2.8. 如果核设施运营单位未能安全运营、准确衡算、有效管控核设施，将被视为严重违背成员国监管要求，应该列入监管。

### 3. 核安保的定制核材料衡算和控制系统

3.1. 本部分描述了设施级核材料衡算和控制系统的基本原则和目标，以及旨在加强核安保的基本原则和目标的落实情况。单个系统要素及其相关实施方法在第4部分描述。

#### 核材料衡算和控制系统的目标

3.2. 核材料衡算和控制系统的主要目标是：

- 保持和报告设施中的核材料位置、数量和特点的准确、及时、完整和可靠信息；
- 保持对核材料的管控，确保情况掌握的连贯性，从而提升威慑和侦测未经授权转移（核材料）的能力；
- 为调查和解决可能丢失核材料的违规行为、支持确定未经授权转移（核材料）是否确实发生和应急库存（如需要）提供依据；
- 提供对重新获得丢失核材料有用的信息。

3.3. 为及时侦测未授权转移核材料，有效的核材料衡算和控制系统还应该：

- 提供能力，帮助侦测滥用设施的加工设备或处理设备，滥用可能会为未经授权转移核材料提供机会；
- 通过提供侦测与核材料有关的内部人员活动（如果发生）的能力，充当威慑者角色。

#### 威慑和侦测未经授权转移核材料时核材料衡算和控制系统、实物保护系统和其他设施系统的互补使用

3.4. 核材料衡算和控制系统对核安保的贡献主要来自系统保持精确掌握核设施中核材料类型、数量和位置的能力，来自系统执行有效核材料实物库存的能力，有时来自系统确保与核材料有关的活动已经正确授权的能力。核材料衡算和控制相关信息应该服从对信息安保（如，设施的具体信息安保计划）的监管或设施具体要求。



3.5. 见参考文献[3]中第 3.2 段和 3.3 段的备注，核设施中的核安保的目标之一是及时侦测任何未经授权转移核材料的活动，并通过这种能力威慑内部敌对方的恶意行为。核材料衡算和控制系统及实物保护系统是两大不同系统，在实现威慑和及时侦测未经授权转移核材料的核安保目标时应该相互补充。每一个系统都有自己的要求和目标，对核安保都非常重要。

3.6. 设施中的核安保的任务和每一个系统的职能应该明确界定并形成文档，以确保不出现任务重叠，更为重要的是不出现遗漏。关于有效核安保意见，请参见参考文献[3]。核材料衡算和控制系统及实物保护系统必要时应该协同工作，比如，调查未经授权转移核材料等违规行为时。但是，将核材料衡算和控制及实物保护的职能和职责分开是一个良好做法。恶意内部人员可能是负责核材料衡算和控制或实物保护的职工，这一点不应该被忽视。在未得到实物保护部门授权的情况下，禁止核材料衡算和控制人员进入实物保护设施和系统。有关核材料库存和位置的信息对于设施和实施实物保护系统非常必要。但是，在未得到核材料衡算和控制部门授权的情况下，不应该允许实物保护人员查看核材料衡算和控制记录并进入系统。接触核材料衡算和控制系统及实物保护系统的核材料数量和位置的详细信息，特别是这类系统薄弱性和设计信息，应该局限于已批准授权和批准“需要知晓”的人员。

3.7. 核材料衡算和控制及实物保护应该与可能对威慑和侦测未经授权转移核材料（如作业、辐射保护、临界安全、环境保护、人员健康和安全及废料管理）有帮助的其他设施系统协同工作。用于操作或其他目的且可能对侦测未经授权转移核材料有帮助的设备包括：

- 流量计；
- 质谱仪；
- 油槽液面指示器；
- 无损检测设备；
- 设计监测核材料数量和密度的量表；
- 视频监控设备；
- 辐射监控和污染控制设备。

3.8. 当核材料被转移或污染超标时，如果能对报警做出正确响应，可拉响警报器，用运行设备或安全设备侦测未经授权转移核材料。应该采取措施，确保不随意摆弄或操作用于侦测未经授权转移核材料的设备。

## 明确评估设施的核材料衡算和控制系统的核安保标准

3.9. 设施的核材料衡算和控制系统应该设计为履行与保障协定有关的所有法律义务，并实现第 3.2—3.3 段中描述的核安保目标。系统应该考虑成员国政府制订的衡算要求、成员国政府界定的威胁和参考文献中的意见[3]。系统应该考虑设施中的核材料的数量，考虑因为核材料同位素成分、化学成分、物质形态和裂变元素浓度等而对敌对方产生的吸引力。核材料衡算和控制系统应该设计为在设施日常运营期间、紧急情况下和发生核安保事件期间继续有效。

3.10. 在为核安保申请者设计核材料衡算和控制系统时应该采用分级法[3]，以确保选定的措施能够适应未经授权转移核材料的潜在后果。

3.11. 核安保总体背景设定了核材料衡算和控制系统标准和性能要求，这些要求对针对内部人员威胁的核安保系统尤为有用。标准应该解决核材料的不同类型问题和侦测未经授权转移核材料的时间框架问题。

3.12. 核设施的核安保措施的目标之一是威慑和侦测未经授权转移核材料的行动，甚至是单个物品移动。（对于核材料衡算和控制而言，单个物品是指具有唯一身份的一个离散量、容器或一块核材料，是独立且单个存在的，可肉眼看到其存在和完整性。）

3.13. 主管部门应该制订标准，包括核材料数量定义的标准。如果出现未经授权转移核材料，在规定时间内应该能侦测到转移的核材料。侦测未经授权转移核材料的数量和时间框架应该考虑不同类型的核材料及未经授权使用的可能后果。

3.14. 在确定可能未经授权转移的核材料的数量时，主管部门可考虑参考文献中关于实物保护的“核材料分类”表中的数值。[3]事实上，界定核材料衡算和控制系统能够侦测到的数量应该受到诸如成员国威胁评估因素、现场核材料类型和数量（诸如同位素成分、化学成分、物质形态、浓度和矩阵类型）等具体因素及设施中开展的具体活动的范围的影响。

3.15. 核设施核材料衡算和控制系统应该解决在单独事件中获取核材料（偶发盗窃）和在多次事件中大批量获取核材料（持续盗窃）等情况。

3.16. 应该对敌对方的情况进行评估，确定核材料衡算和控制系统是否能满足要求的核安保目标，实现侦测内部人员活动并做出反应以阻止未经授权转移核材料。

## 主管部门的职责

3.17. 应该维持核安保措施，并首先遵守成员国法规，有效满足成员国适时侦测未经授权转移核材料的要求。为此，主管部门应该要求核设施运营单位根据性能测试情况开展评估。这类评估应该提交主管部门审查。主管部门的审查应该评估是否全面考虑了敌对方的情况，使用的方法是否正确，评估的结论是否准确，包括通过多个侦测要素提供的有效性。

3.18. 在核材料衡算和控制系统、实物保护系统或所有这类系统提高有效性的必要性得到确认时，主管部门可以根据上述建议要求运营单位采取额外措施。

## 4. 设施级核材料衡算和控制系统的要素

4.1. 本部分对有效利用核材料衡算和控制系统和加强设施核安保而言非常重要的各个要素。通过核材料衡算和控制系统的运用和交互作用实现核材料衡算和控制系统的目标，档案系统等单个要素应该有冗余，以便单个要素故障时可以通过其他要素弥补，不会造成核材料衡算和控制系统失效。单项设施（比如反应堆）使用的核材料衡算和控制措施有别于综合设施（比如转化厂或燃料制造厂）采取的措施。

4.2. 核材料衡算和控制系统包含大量要素，其中一些明确指明用于控制，一些明确指明用于衡算，其余的则两者都使用。核材料衡算和控制的总体有效性取决于（本部分提到的）单个要素的有效性及其相互作用。

4.3. 核材料衡算和控制系统的所有要素都有益于核安保。下文题为“与核安保有关的特殊方面”的小节着重介绍了对缓解内部人员威胁尤为重要的功能性或改进问题。这些方面将提升核设施运营单位侦测未经授权转移设施中核材料的持续能力。

## 管理核材料衡算和控制系统

4.4. 本要素包含架构、文档与程序、职能与职责、变化控制、招聘以及培训。有效的组织和管理将为核材料衡算和控制系统侦测未经授权转移设施中的核材料从而加强核安保提供更强的能力保证。核材料衡算和控制系统应该是确保系统长期有效的持续性计划。

### 组织架构

4.5. 运营单位应该任命一名核材料衡算和控制部门经理，负责设施中所有核材料的衡算和控制。<sup>1</sup>核材料衡算和控制部门经理应该有权与对保护和控制核材料负最终责任的设施总经理直接交流。为了避免对核材料衡算和控制决定造成潜在影响，核材料衡算和控制部门经理还应该独立于设施中的处理、加工或储存核材料单位。应该制订明确界定核材料衡算和控制及其他设施单位之间关系的组织结构图。

4.6. 核材料衡算和控制部门经理及核材料衡算和控制人员的任务和职责应该明确界定并形成文档。应该提供充足资源，确保核材料衡算和控制系统的有效性。所有涉及核材料的设施人员应该明白，他们的行动有助于提高衡算和控制的有效性。核材料衡算和控制部门经理应该知道涉及核材料和相关信息的活动（包括不是设施员工的其他部门或承包商的活动），并予以适当监督。

### 与核安保有关的特殊方面

4.7. 核材料衡算和控制部门经理，对于设施而言是最为重要的角色之一。担任该职务的人员应该达到工作所需的足够受教育和受培训水平。核材料衡算和控制部门经理应该接受内部人员威胁方面的培训，完全明白核材料衡算和控制对核安保的作用。核材料衡算和控制部门经理应该独立于其他设施部门的经理，避免受到另一名经理可能会危及核安保计划有效性的潜在不利影响。

---

<sup>1</sup> 《核材料衡算手册》[7]将设施中的核材料衡算和管制单位称为“核材料管制单位”。核材料衡算和管制部门经理及核材料衡算和管制基层单位经理是两个术语，两者的描述对象都是负责设施核材料衡算和管制的人员或职能。在小型设施中，此人可能同时担负其他职责。

## 核材料衡算和控制部门经理及其职员的职能和职责

4.8. 核材料衡算和控制部门经理及其职员负责维护设施使用的记录系统，从而记录并跟踪设施中的所有核材料，包括核材料的库存和移动。核材料衡算和控制人员应该制订具体的设施程序，将核材料衡算和控制的要求传达给作业人员。核材料衡算和控制职员应该向所有设施人员提供合适的核材料衡算和控制培训，确保核材料衡算和控制要求达到的质量和状态。在核材料衡算和控制部门与诸如实物保护、作业、辐射安全、分析实验室或其他测量小组等其他部门之间应该形成并保持一种牢固的工作关系。

### 与核安保有关的特殊方面

4.9. 设施管理应该促进和确保核材料衡算和控制部门与涉及核材料的其他部门之间的牢固工作关系。所有设施人员应该明确知道核材料衡算和控制对核安保的重要性。核材料衡算和控制职员应该清楚核材料衡算和控制记录系统的准确性和时间要求的重要性。核材料衡算和控制的所有要求都应该描述清楚，并通过具体的设施程序落实。

4.10. 核材料衡算和控制职能的分工应该设计为，一个人或一个部门的活动控制着并检查其他人员或部门的活动。设施人员，而不是核材料衡算和控制职员（包括承包商），可以参与核材料的处理和移动，但核材料的控制和衡算责任应该归属核材料衡算和控制部门。

4.11. 如果可能，应该将核材料的职能和职责分开。职责分开应该充分考虑对内部人员的恶意行为和滥用核材料行为的威慑和侦测。职责分开是一种方法，通过这种方法，涉及核材料和相关信息的过程分成若干步骤，不同人员独立负责不同步骤。比如，一个人可以边校准量表边对核材料容器进行称重，由完全独立的另一个人则负责记录称重结果。职责分开、数据和作业的多重检查是威慑和侦测恶意内部人员活动的额外措施。

## 材料平衡区

4.12. 核材料衡算和控制系统的的核心设计和实施要求在核设施中设立称作“材料平衡区”（MBA）的衡算和控制具体区域（地带）。材料平衡区是核设施中的一个指定区域：**(a)** 可以决定移进移出每一个材料平衡区的核材料数量；**(b)** 必要时根据规定程序决定每一个材料平衡区的核材料实物库存，

确保材料平衡。材料平衡区构成了对设施中的所有核材料进行核材料衡算和控制的依据。材料平衡区可以是一个房间或多个关联房间，一栋建筑物或多栋关联建筑物，一个实验室或生产车间等作业单元或整个核设施。

4.13. 在决定合适的材料平衡区架构时，应当考虑设施要求以及成员国要求和国际要求。对于国际原子能机构监管的设施而言，材料平衡区、库存和流动关键测量点要得到国际原子能机构和成员国的同意，并在设施附件中具体说明。每一个材料平衡区都应该设计衡算和控制措施。规定用于核安保目的的材料平衡区通常都比规定用于国际原子能机构保障的材料平衡区更小，流程更加具体。

4.14. 材料平衡区设计为能对库存进行量化，并限制具体区域实物库存和账面库存（衡算记录中的库存）之间出现任何差异。为实现核安保目标，材料平衡区应该足够小，便于依据提供的测量点确定是否发生丢失或存在差异。

4.15. 无论用于核安保的材料平衡区的数量多少和规模多大，其架构都应该正确形成文档并进行清晰描述，包括每一个材料平衡区的边界和每一个材料平衡区内的核材料的种类。材料平衡区的核材料的具体职责应该赋予给一个人。设施中的每一个或每一批物项都应当储存在一个材料平衡区，而不是多个材料平衡区。当材料从一个材料平衡区转移到另一个材料平衡区时，材料的保管和转移职责应该交由另外一人负责。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.16. 材料平衡区是核材料衡算和控制系统的基本单元，也可用于分派核材料保管职责。设立核材料平衡区时应该考虑核材料控制边界（行政或实物边界）。核材料平衡区一级应该建立包括衡算要求在内的核材料管制。

4.17. 对于总体增强的能力而言，更小的材料平衡区使得核材料管制更加容易，还可以缩小可能发生未经授权转移或丢失的区域。

## 可持续性计划

4.18. 应该根据参考文献[3]描述制订可持续性计划。计划应该确保核材料衡算和控制计划各要素的可持续性，包括：

- 核材料衡算和控制文档和程序（第 4.20—4.26 段）；
- 配置管理（第 4.27—4.28 段）；
- 人员配备和培训（第 4.29—4.32 段）；
- 质量控制（第 4.82—4.107 段和第 4.169—4.180 段）；
- 性能测试（第 4.169—4.180 段）。

### 与核安保有关的特殊方面

4.19. 为了加强核设施运营单位侦测未经授权转移核材料的持久力，可持续性计划应该确保设施的核材料衡算和控制系统长期维持，并且高效运作。核材料衡算和控制系统的可持续性对于确保系统对核安保的贡献至关重要。

## 核材料衡算和控制文档及程序

4.20. 核设施运营单位应该制订书面政策和程序，确保掌握和管制核材料的连贯性。政策和程序应该是设施的核材料衡算和控制可持续性大纲的一部分。应该考虑制订正式的设施核材料衡算和控制计划，将核材料衡算和控制做法和要求的所有内容形成文档。如果要求制订这类计划，计划应该得到核材料衡算和控制部门经理及设施总经理的批准，并得到主管部门的批准（如果需要）。程序的使用为减少对记忆力的依赖性并消除快速但潜在错误判断的要求等活动的开展提供了方法。程序应该解决核衡算区一级活动的开展问题，体现单个材料平衡区的具体要求和特点。

4.21. 不管哪个设施单位对特定领域负责，程序最低限度应该充分解决以下问题：

- 生成、维护并保存记录和报告；
- 物品管制；
- 接近核材料的权力和开展涉及核材料活动的事先权力（通常属于核材料衡算和控制域的一个主题）；

- 接近核材料、进入敏感区域（通常属于实物保护域的一个主题）和访问信息的管制；
- 实物库存评价，包括实物库存和账面库存的查对以及材料平衡问题的解决；
- 测量，包括衡算测量（用于库存和库存变化的准确测量）和验证测量（用于证实核材料数量的测量）；
- 测量质量控制；
- 设施安全壳、监视、材料控制设备和程序的维护和运营；
- 调查并解决违规行为；
- 清理期间重新找到的核材料的特征和衡算；
- 气体、固体和液体废物流。

4.22. 对于加工核材料的设施而言，程序至少应该解决以下额外主题：

- 衡算测量的抽样技术、分析能力和测量方法，包括估算测量的不确定性；
- 加工期间管制、监督和评估核材料；
- 准备实物库存评价的核材料（即将材料放进容器，将库存分层放置，支持抽样和测量）；
- 监督和评估核材料营运损耗（测后丢弃或根据以前测量丢弃）和其他损耗；
- 监督和评估停工时的堆积量；
- 材料平衡评估，包括不明物料量计算和评估、不明物料量的不确定性  $\sigma$  不明物料量和堆积的不明物料量。关于详细描述，参加第 4.75—4.81 段。

4.23. 程序中指令的详细程度取决于所做工作的类别以及拥有的核材料的类别、形式和数量。比如，加工核材料的设施应该拥有比物品处理设施更详细的程序。

4.24. 在合适的质量管理体系框架内（如第 4.169—4.180 所述），应该制订程序审查、批准和使用的条件。管理层应该发布要求遵守程序并应该定期审查程序使用情况的指令。应该对基本程序（即指如不正常遵守，可能导致不能实现核材料衡算和控制系统一个或多个目标的程序）进行评估。



### 与核安保有关的特殊方面

4.25. 核材料衡算和控制程序（前文第 4.22—4.24 部分所述）构成设施执行核材料衡算和控制要求的依据。核材料衡算和控制计划可以是将执行核材料衡算和控制政策和程序的设施和成员国主管部门之间的协定形成文档的一种方式。形成文档、得到有效执行且涵盖核材料衡算和控制系统所有要素的设施程序有利于确保设施的核材料安全。

4.26. 应该特别关注与可能有助于恶意内部人员靠近核材料和设备、访问记录等的控制有关的程序。

### 配置管理

4.27. 配置管理的目的是确保核材料衡算和控制系统或任何其他相关设施系统任何部分的任何变化都不会降低核材料衡算和控制系统或总体核安保的性能。变化应该正确记录、评估、批准、发布、执行并纳入设施文档[3]。运营单位应该控制全部变化，并确保向主管部门报告。对核材料衡算和控制系统变化的控制有助于确保核材料衡算和控制系统在生命周期内保持与要求和设计相符。与核材料衡算和控制系统其他要素一样，建议对配置管理计划采取分级法。

### 与核安保有关的特殊方面

4.28. 为确保继续保持设施侦测未经授权转移核材料行动的能力，拥有控制所有可能以任何方式降低核材料衡算和控制系统性能的活动的配置管理大纲非常重要。核材料衡算和控制系统任何要素的变化应该正确记录，予以评估、批准、发布、执行，并纳入设施文档资料。比如，恶意内部人员将放射性物质放置到邻近房间，故意影响安装在房间内监测核材料移动的辐射监测器的性能。正确的配置管理和变化评估应该阻止这类情况发生。设施管理应该确保核材料衡算和控制系统在生命周期内保持与要求和设计相符。

## 招聘和培训

4.29. 运营单位应该提供核材料衡算和控制部门经理职位，并配备足够职员。核材料衡算和控制部门职员应该理解核材料衡算和控制及其操作流程，应该具备侦测可能是未经授权转移核材料的非常规现象的足够能力。在开始分派任务前，核材料衡算和控制部门职员应该接受培训和评估，从而确保有资格履行职能。

### 与核安保有关的特殊方面

4.30. 核材料衡算和控制部门的足够人员配备对核材料衡算和控制系统的成功至关重要。核材料衡算和控制人员应该接受过合适教育，应该按核材料衡算和控制程序进行培训。实施核材料衡算和控制活动的所有人员应该接受评估，从而确保在分派任务前有资格履行自己的具体职能。

4.31. 应该通过培训让所有设施人员清楚核安保的核材料衡算和控制的重要性。所有设施人员应该明白核材料失控的潜在后果、与核材料衡算和控制相关的信息的敏感性、保护信息的规则、设施中的核安保事故的潜在后果，并应对可能的违规行为。

4.32. 运营单位应该给予核安保文化适当优先权，加强对核材料的保护和管制，确保所有工作人员明白参考文献[8]中描述的他们对核安保的个人职责和作用。

## 记录

4.33. 记录系统是核材料衡算和控制系统的重要组成部分。整个记录管理系统应该遵守国际公认标准的建议。应该采取措施确保记录的准确性。

4.34. 核设施的核材料衡算和控制记录及报告应该完整、准确和及时，并能提供解决违规行为所需的充足信息。记录和报告用于多种不同目的，比如与保障协定一致的核安保和对客户拥有的材料的控制。核安保的核材料衡算和控制记录中的附加信息集不应该违背或干预成员国和国际原子能机构之间相关保障协定和成员国法规框架规定的报告所需的信息集。

4.35. 记录系统可用于解决未经授权转移的情况，为调查和重新获得丢失材料提供帮助。系统应该提供设施中所有核材料的特征、数量、类型和位置等准确、完整信息。每一次接收、转移、搬移、加工、生产、装运或丢弃时，有效记录系统都会更新。如果可能，应该使用计算机系统对记录及时更新。每一笔核材料交易都需要记入记录系统。

4.36. 记录系统应该能够及时生成报告。

4.37. 记录应该包含对核材料衡算和控制非常重要的衡算记录、作业记录和任何其他记录。应该保持所有记录的可跟踪性。核设施应该根据主管部门要求保存最短周期记录。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.38. 核材料衡算和控制记录系统构成设施的核材料库存依据。记录核材料信息的准确性和及时性对有效的记录系统至关重要。

4.39. 为了确定是否发生未经授权转移核材料的违规行为，有效的记录系统应该能够快速生成可以定位物品和清点核材料数量的当前库存清单。不充分或不准确记录可能表明，未授权转移核材料信息弄虚作假。

4.40. 对于核安保而言，记录系统应该根据以下内容提供有助于识别和清点丢失或被盜核材料数量的信息：

- 任何时候生成准确的现有账面库存清单的能力；
- 所有核材料活动的准确历史记录；
- 侦测弄虚作假或弄虚作假未遂的能力；
- 支持物品管制。

#### 衡算记录

4.41. 所有涉及核材料的活动都应该记录，包括移动（装运、接收、转移和搬移）、实物库存评价、测量及其相关不确定性、记录调整、转移到废料账、测量后的废弃物等。物品监督和管制活动的结果应该形成文档，包括对单个物品位置信息纠正（第 4.138—4.139 段进行了详细讨论）。根据成员国和国际原子能机构之间主管部门的法规或相关保障协定，应该保留核材料交易的所有原始签字文件。

4.42. 活动记录应该至少包含以下信息：

- 唯一的物品或批次身份标识；
- 物品或批次历史；
- 开展活动的材料平衡区；
- 位置（当物品移动时的原来位置和新的位置）；
- 核材料类型；
- 材料说明（化学或物理形式，如溶解状态氧化物）和容器类型（如瓶、运输桶、密封物品）；
- 核材料数量（总重、皮重和净重；要素含量、要素重量和同位素成分）；
- 测量方法和不确定性；
- 交易类型（如接收、装运、浓缩、混合）；
- 交易日期和记录日期；
- 开展活动（如接收、搬移）个人签名（手写或电子签名）；
- 篡改显示装置的标识符（如果使用）。

4.43. 位置名称应该足够具体，以便迅速检索物品；列举在衡算记录中的所有物品的数量和位置都应该正确且可核实（除了最近加工转移期间可能移动或消耗的物品）。

4.44. 任何时候，衡算系统都应该能够生成设施中任何材料平衡区的核材料当前持有量的物品清单。应当准备好物品清单。物品清单应以（根据核材料物品实物库存的）材料平衡期之初物品持有清单开始，并对清单中的库存变化情况进行更新，如接收、用于加工的数量、物项生产、装运、转移等。物品清单应该包含成批或单个物品身份标识、成批或单个物品的位置以及每一个物项的衡算信息。在材料平衡期结束时，要拿到另一份实物库存表，并编制好实际持有物品清单。应该将实际持有清单同原始物品清单和材料平衡期间的变化记录进行比较，并应该阐明存在差异的原因。衡算系统还应该允许做出调整，调整依据是记录和第二次物品清单结果之间的差异评估。（第 4.60—4.81 段对实物库存评价作了更为详实的介绍）

4.45. 记录的每一次输入应该可以通过编号系统或参考系统追溯原始文档和/或作业记录。通过证明文件的正确性和完整性，应该可以证实记录。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.46. 出于核安保目的，鼓励用计算机记录衡算，因为计算机更易访问数据，具备及时更新能力。应该充分保护和备份记录，以便记录更改或销毁行为（无论是有意还是无意，无论是经授权还是未经授权）不会消除一套完整和正确的核材料衡算和控制信息。此外，应该特别注意记录的连续性。应该制订记录核对措施，确保在相关衡算记录生成前有证明文件。

4.47. 核材料衡算和控制记录系统应该提供评估可能涉及未经授权转移核材料情况所需的信息。指定人员经授权后应该能查看衡算记录，查看内容应该仅限于所需信息。应该制订并实施提供检查结果以确保记录（数据质量检查）准确性和完全性的方法。

### 作业记录

4.48. 作业记录是指与使用或处理核材料有关的运营单位持有的任何记录。这些记录应该可以应用于核材料衡算和控制系统并为其提供证明。这类作业记录包含：

- 通过导致核材料数量或构成变化的操作获得的数据；
- 通过量表、测量罐和其他测量装备的校准和维护获得的数据；
- 来自抽样和测量系统评估的数据；
- 根据分析程序、核材料处置程序或测量控制程序证明核材料数量正确的作业记录；

#### 与核安保有关的特殊方面

4.49. 有效性评估可以包括，某些额外作业记录对正确执行核安保而言非常必要，或与正确执行核安保密切相关。作业记录可以包含为核材料衡算和控制部门评估涉及核材料活动以便侦测可能的未经授权移走核材料提供帮助的信息。

## 其他证明文件

4.50. 核材料衡算和控制系统应该使用任何可能用于证明核材料衡算和控制记录的文件，因为这类文件对正确执行或验证非常必要。这类文件应当包括装运文件、批次记录、测重记录、实验室记录和篡改显示装置记录。文件同时包括安全记录（如辐射和临界报警记录）和实物保护记录（例如，表明有人查阅了受管制区域的日志及封闭和监视设备的维护记录）。

### 与核安保有关的特殊方面

4.51. 应该确定出现涉及核材料紧急情况时非常必要的记录。有些记录可能与衡算或作业记录重叠，日常活动并不需要。但是，万一发生了核安保事件或紧急情况，或出于具体验证，应该向核材料衡算和控制部门提供全部记录。

## 记录更新

4.52. 任何移动或库存变化发生时或已经知道时，应该尽可能根据实际更新衡算记录。数据更新程序应该包含数据验证程序。验证应该包含数据质量控制，另一人或另一台计算机系统可借此确认首次输入。

### 与核安保有关的特殊方面

4.53. 应该确定各类新记录信息和更新设施记录系统的及时性要求。无论使用何种方法保存记录，即不论系统是人工的还是计算机化的，更新记录所需的行动都应该享有首要优先权，以便记录可以反映近乎即时的核材料情况。数据验证对确保核设施记录的有效性非常重要。

## 记录保存方法

4.54. 根据设施中核材料的数量和类型，用于核材料衡算和控制的记录应当人工化或计算机化。对于拥有少量核材料或少量物品的设施而言，人工方法已经足够。对于拥有大量核材料或大量物品的设施而言，计算机化方法是更佳选择。使用计算机可以进行更快和更广泛的数据分析，这对于识别可能存在未经授权活动的错误或差异情况非常有用。计算机可以为解决违规行为提供更加及时的信息。

4.55. 如果使用计算机化系统，应该采取措施确保活动人员的身份真实并做好记录。应该保护衡算记录不发生未经授权更改或信息弄虚作假。对于处理涉及可能含有核材料的物品的活动而言，实物活动和活动记录至少应该经两人验证。使用直接连接计算机化系统的条形码阅读器、电子量表和其他电子设备提高系统的可靠性，减少人工输入错误，减少数据输入和验证工作。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.56. 无论记录系统是人工还是计算机化，应该实施管制，确保核材料衡算和控制记录用户可以查阅对于完成工作所需的数据和在分配材料平衡区处理授权交易的数据。应该进行充分检查和平衡，以便侦测可能隐藏未经授权移走核材料的数据和报告弄虚作假。检查应该写入电子系统，以便侦测错误或弄虚作假。第 4.123 段更加详细地讨论了数据管制。

4.57. 在各种情况下，核材料衡算和控制记录的安保都应该得到保证。如果使用计算机化系统，应该与实物保护、安全、营运和信息技术专家密切协商，制订设施的具体计算机安保计划。计算机安保计划应该至少解决：

- 组织及其职责；
- 资产管理；
- 风险、薄弱性和合规评估；
- 系统安保设计和配置管理。

计划还应该解决作业安保程序，包括：

- 访问控制；
- 数据安保；
- 通信安保；
- 计算机系统和软件安保及系统监控；
- 计算机安保维护；
- 事件处理；
- 人事管理。

计划应该包含常规备份，并应该确保衡算系统的完整性。

4.58. 应该制订信息安保计划，确保计算机化系统搜集的数据和原始记录的私密性、完整性和可用性。应该适用确保正确信息安保的规定。

4.59. 信息安保计划应该包括重建丢失记录或销毁记录的规定。应该考虑记录系统保护和冗余，以便记录更改或销毁行为不会失去提供完整和正确的核材料衡算和控制信息的能力。计划应该包含信息系统管理员或管理人保护不发生恶意行为的措施。

## 核材料的实物库存评价

4.60. 任何核设施运营单位都应该对每一个材料平衡区的所有核材料进行定期实物库存评价。实物库存评价的频率应该取决于核材料的数量和类别。成员国应当设定实物库存评价的最低频率。实物库存评价的结果应该按要求向主管部门报告。

4.61. 评估实物库存的方法将会根据库存材料和设施的作业类型发生变化。总体而言，在盘点库存时，应该使用批准的测量系统对所有核材料进行测量，或通过篡改显示装置保证完整性的核材料拥有优先测量权。对于物品形式的核材料，实物库存评价通常包含通过目视观察检查每一个核材料物品的唯一标识、篡改显示装置的身份和完整性（如果物品使用了篡改显示装置）和篡改显示装置的位置。如果未采取措施（如未使用篡改显示装置）确保连贯掌握物品内容，应该通过合适方式验证物品。在确定验证的范围（包括测量及其准确性）时，应该对可疑核材料的吸引力予以特别关注。账面库存应该根据定期实物库存评价进行核对，以解决存在的差异，并使账面库存和实物库存保持一致。

### 与核安保有关的特殊方面

4.62. 实物库存评价方法对核安保非常重要，因为，如果开展得当，就会证明核材料的存在和账面库存的准确性，为设施的核材料衡算和控制系统保持有效提供依据。实物库存评价可以提示核安保其他手段此前未侦测到的未经授权移走核材料行为。但是，由于实物库存评价并不总是能确保侦测到未经授权移走核材料行为，才需要在本文档中讨论的核材料衡算和控制措施。



## 实物库存评价

4.63. 参考文献[7]第 5.4 部分为在实施实物库存评价时将要完成的程序和活动提供了详细导则。评价实物库存的计划应该包含但不限于以下措施：

- 在核材料衡算和控制部门的监管下，明确赋予实物库存评价职能和职责；
- 采取措施，确保实物库存评价由负责核材料的知识渊博人员以外的人员完成，不依靠单个人完成；
- 采取措施，确保所有物品都包含在实物库存清单中，确保物品只能登记一次，比如，使用带颜色的标签区分库存期入库的物品；
- 采取措施，确保批量材料（取决于材料类型）的同质化、抽样和分析；
- 采取措施，确保测量库存材料的所有设备校准到符合目前情况并遵守相关程序；
- 采取措施，确保设施中可能取代核材料的其他材料受到管制、衡算和入库；
- 采取措施，确保未经授权位置不存放核材料，比如容器中的核材料标识为“空”；
- 采取措施，确保实物库存评价期间禁止移动核材料，以便某个地方的所有核材料都在库里，不会分开存放；
- 具备计算测量不确定性、不明物料量和不明物料量不确定性（ $\sigma$  不明物料量）的能力，以便在完成实物库存之后进行材料平衡评估。

4.64. 实物库存评价后，应该开展以下活动：

- 使实物库存清单和账面库存记录逐条保持一致；
- 调查并解决实物库存清单和账面库存记录之间的差异问题；
- 制作衡算记录，调整账面库存记录，使之与实物库存评价结果一致。

4.65. 对于加工核材料的设施而言，实物库存评价应该包括但不限于以下额外要素：

- 确保核材料及每一个物项的数量为测量值；
- 测量实物库存里此前未测量的所有核材料的数量；
- 实物库存期间，具体说明每一个内部控制区和流程关闭、清理或保持静止的程度。

4.66. 当用作有效材料控制计划的一部分时，篡改显示装置能够通过减少测量次数减少实施实物库存评价所需的工作量。（第 4.130—4.133 段详细讨论了篡改显示装置。）为了避免在实物库存评价期间察看和重新测量物品，可在实物库存评价前测量一些容器，并使用篡改显示装置进行封闭。当储存方式妨碍验证单个物品时，可以使用篡改显示装置。这样，实物库存评价包括验证篡改显示装置和容器的标识和完整性。实物库存评价期间，可将验证测量作为附加措施，确保防范措施和监视措施有效。

4.67. 使用条形码等技术识别单个容器或物品、位置和篡改显示装置也可以提高实物库存清点的效率。实物库存应该按照书面库存程序评估。一个材料平衡区的所有核材料都应该纳入库存。材料平衡期之间应该设立明确的界限。为了区分不同的材料平衡期，在运行处于静止或关闭，材料移动停止时，通常应当盘点库存。应该尽可能将所有加工设备清理出场，以便为常规实物库存评价做好准备。如果加工设备中的核材料不能完全移走，应该尝试测量暂停加工的核材料的数量（通常称为“加工暂停”）。测量加工暂停存在难度，测量存在很大的不确定性。通常需要使用专门设计和测试过的设备，提高加工暂停测量的准确性。

4.68. 有时候，正在进行加工作业时进行设施的实物库存评价（称为“加工中实物库存评价”）非常必要[7]。

4.69. 应该对衡算记录进行调查，从而反映出实物库存中的核材料数量。如果实物库存和账面库存记录之间存在差异，应该组织调查，向主管部门报告并解决存在的差异。

4.70. 偶尔需要实施计划外实物库存评价，如核材料职责划分出现变化时，或设施经营出现变化时。设施应该落实对设施中的每一个材料平衡区实施计划外库存评价的程序。计划外库存评价的其中一种类型是出现报警系统

启动时的紧急库存，如入侵侦测报警，或核材料已经从设施移走的可信声明。紧急实物库存评价是帮助解决未经授权移走（核材料）问题的一种方法。设施应该在需要进行库存评价前编制落实紧急实物库存评价的计划。紧急实物库存评价应该能够侦测物品是否已经从设施分配位置移走或是核材料已经从容器中移走。紧急库存评价应该设计解决具体的违规行为。比如，如果一个房间的闭锁装置受到破坏，紧急库存评价应该仅包含该房间的物品，而不是整个材料平衡区的物品。应该优先验证最具诱惑力的材料是否在场。无论出现何种情况，都应该迅速进行紧急库存评价，因为评价设计旨在确定未经授权移走核材料是否已经发生。

### 与核安保有关的特殊方面

4.71. 应该制订并落实正式程序，以向实物库存评价提供清晰完整的指令。在盘点库存时，应该测量所有物品，或者所有物品都应该配备篡改显示装置，或者所有物品都应该随时纳入有效的材料监视计划。

4.72. 因为一些设施中的生产活动，部分设施和装备只有在库存评价期间才能靠近。因进行库存评价而停工为检查和校准核安保使用的进程控制装备提供了机会。同时也是维持和验证通常不能靠近的设施外壳和监视系统的机会。在盘点库存时，应该注意识别无意失误、恶意内部人员制造的有意改变（比如，对条形码、容器卡、篡改显示装置、重量的改变）和未经授权存入的物品。

4.73. 因为参与实物库存评价的雇员也可能成为试图对实物库存结果造成不利影响的恶意内部人员，应该特别注意降低这种可能性。程序应该包含侦测未经授权转移核材料行为的步骤。应该采取措施，确保雇员不能单独盘点库存。应该使实物库存结果保持与设施的账面库存完全准确一致。

4.74. 需要实施计划外库存评价以确定未经授权移走核材料是否已经发生时，设施应该有完全阐释过程的程序。

### 不明物料量的计算和评估

4.75. 在每一次实物库存评价结束后，根据实物库存计算的核材料总量应该与账面库存核材料总量进行比较，不明物料量（有时称为“库存差异”）应该作为材料平衡区解决材料平衡问题的一部分计算在内。参考文献[7]第5.5部分详细解释了不明物料量的计算。

4.76. 对于仅存放核材料物品的设施（如动力反应堆中使用的核燃料组件或在接收后存放核材料物品的物品储存设施）而言，不明物料量应该为零，否则，表明出了严重问题：或者是物品丢失、被盗或是放错地方，或者是记录保存程序不当。（对于零不明物料量规则而言，钷储存设施可能是个例外，因为钷会因衰变出现损耗，但这种损耗可以解释清楚，这种不明物料量可以归零。对于动力反应堆的核生产和损耗也是真实存在的：核生产、核损耗和放射性衰变可以解释清楚，不作为不明物料量。）

4.77. 对于加工（即化学或物理变化、生产、再加工或改进）核材料的设施而言，出现不明物料量不为零的原因可以归结于测量和计算（未经测量的）材料平衡成分的不确定性。应当根据以前的工程研究评估这些成分（如未测量暂停和未测量损耗），但这些成分不应该假设等同于账面库存和实物库存之间的差异，即，这些成分应该不是来自当前的平衡。对于侦测未经授权移走核材料或核材料衡算和控制系统性能下降后的实物库存评价而言，与不确定性比较的不明物料量评估非常必要。主管部门应该设定评估不明物料量、累积不明物料量和不明物料量范围的标准。

4.78. 不明物料量评估的一个基本法则是，应当根据基于以前工程研究的既定程序测量并计算材料平衡方程里的所有材料。不明物料量评估假设，每一个物项数量的测量和核材料内容的决定都是通过化学测定和无损测定完成。加工设备中核材料的残留量应该保持最少，从而降低对不明物料量的影响。

4.79. 不明物料量的多少不仅取决于材料平衡方程里所有被测量值测量的不确定性，而且取决于其他贡献要素，如实物库存评价保存错误、测量错误、无法测量装备里残留量的非预期变化和无法测量的损耗。尽管不明物料量可能包含与测量无关的错误，上述因素也并不总是包含在  $\sigma$  不明物料估算和不明物料量评估中。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.80. 承认过多不明物料量、 $\sigma$  不明物料量或两者兼有可能暗示未经授权转移核材料行为已经发生或恶意内部人员的其他活动（如造成核材料衡算和控制系统的性能降级的行动）已经发生。如果不明物料量值从统计角度看非常重要，应该调查，查明是否是在材料平衡期间（包括实物库存评价期

间)实施了未经授权活动所致。关于累积不明物料量的信息也可用于侦测和评估发生在多个材料平衡期之间可能发生的未经授权活动。

4.81. 应该考虑篡改不明物料量或  $\sigma$  不明物料量从而掩盖未经授权活动的可信的敌对方的情况。应该采取措施对上述情况做出反应,包括限制在盘点库存时存在较大测量不确定性的材料的数量。

## 测量和测量质量控制

4.82. 设施运营单位应该制订测定核材料(包括本身持有的核材料和接收、生产、装运或从库存转移的核材料)数量的测量计划。测量装备应该非常适合正在测量的物品,比如量表应当大小合适。测量质量管理计划应该确保测量准确性和精确性。

4.83. 既定测量点、测量方法、测量和计算程序、抽样程序、校准方法和程序、标准或参考材料的使用以及测量质量控制的结合通常称为测量系统。核材料衡算和控制系统应该能让运营单位确保,在没有正确测量的情况下,没有装运、接收、转移或生产核材料。如果不能测量,就应该实施管制,直到能够测量。

### 与核安保有关的特殊方面

4.84. 掌握核材料的数量有助于威慑和侦测未经授权移走行为。准确和精确的测量对核安保非常重要,因为这样可以减少可能隐瞒未经授权移走行为的测量的不确定性。采取额外措施保障核安保非常必要,如通常不是衡算系统要求或出于营运目的的增强的测量。比如,如果没有进行准确测量的物品(比如容器)中的核材料被盗,未经授权移走就可能不会被验证测量侦测到,被移走的数量就得不到确认。对以前已经测量过的容器再次测量可以搞清核材料是否丢失。对于核材料衡算和控制系统而言,如果验证测量和部分加工中测量有助于侦测未经授权移走行为,就应该实施。

## 测量的目标

4.85. 衡算记录中使用的核材料数量应该为测量得出的数量。应该根据主管部门设定的要求、测量目的以及设施及加工的类型选择测量类型。出于衡算目的应当测量的内容应该包含重量或数量、核材料元素密度和同位素成分。

4.86. 在某些情况下，技术上合理的核材料数量的计算可以取代测量，如脱离反应堆活性区后的燃料损耗计算。技术上合理的核材料数量估算可以临时安排，如装备断电无法完成测量时。

4.87. 如果有效的篡改显示装置计划得到落实，验证测量可用于实地验证是否存在核材料。

4.88. 加工期间可以进行测量，以此控制加工区内的核材料流量或库存。这些测量应该在测量计划文档中描述清楚。核材料测量完毕后，应该确保掌握对被测量核材料了解的连贯性。数据应该立即输入记录系统，关闭容器，启用篡改显示装置。

### 与核安保有关的特殊方面

4.89. 有效的核安保取决于准确、及时和完全的设施核材料库存信息。对于将要接受测量的核材料的类型和数量而言，测量应该充分。

4.90. 测量程序应该包含防止在测量时用其他材料代替核材料，或防止篡改标准、测量装备和数据（校准和测量）。

## 测量方法

4.91. 应该选择测量方法，对每一个关键测量点（KMP）的核材料进行测量。所选方法应该适合测量的材料。测量方法应该符合国家和国际标准，或达到同等质量。应该制订程序，描述每一种测量方法以及如何使用测量设备。如果已经知道设备的精准度（如量表）并经过认证，可利用手册（例如量表手册）对程序予以补充。测量系统至少应该能提供：

- 测量设备的规格及极限；
- 测量设备操作守则；
- 测量设备的验证和校准，包括吸液管、流量计、水箱、量表等；

- 测量设备的维护；
- 测量系统用户的培训与资格认定；
- 用于确定测量结果的计算方法；

#### 与核安保有关的特殊方面

4.92. 出于核安保的目的，测量方法必须适合核材料的类型与数量。这些测量方法应该达到或相当于国家和国际标准。应该制订并应用正式程序，为每一种方法和正确使用所需设备提供操作导则。

4.93. 测量方法可以在核安保的总体环境下和符合材料平衡评估精确要求的情况下选择。

#### 测量的精确度与准确性

4.94. 应该制订规定，评估每一种测量方法的不确定性（精确度与准确性），测定评估方法与材料平衡评估有关的不确定度的影响。不明物料量的不确定性应该按照成员国的规定和设施的要求控制。推荐使用达到或超过《2010年度核保障测量不确定度国际目标值》报告[9]和其他国际标准出版物规定的测量精度的测量方法。核设施运营单位在核设施外、其他设施内或者由承包商使用测量方法时，应该进行质量控制核查，确保测量的有效性。

4.95. 为了尽可能减少四舍五入，设施运营单位应该使所有记录保持相同的小数数位。国际原子能机构要求，天然铀、贫化铀和钚的数量以千克为单位报告，而铀和浓缩铀则以克为单位报告。国际原子能机构和成员国在使用有效数位方面达成了一致，有保障的设施的测量系统至少须满足这一层次的精度要求。

4.96. 为了进行校准和控制，应该对测量标准进行测定。测量标准应该经常检查，这样就能及时发现误差。测量标准应该取得国家或国际证书，或者应该能追溯到经过认证的标准。测量标准须定期进行重新认证。测量标准应该在与测量核材料时相同的条件下，或尽可能接近相同的条件下进行测定。所有核材料标准应该在能够保存完整性的条件下贮存和使用。应该制订警告、超限与恰当行动方案，并将方案用于控制标准和衡算计量。

### 与核安保有关的特殊方面

4.97. 对每一种测量方法的不确定性进行评估，对于核安保而言非常重要，因为缺少相应信息，可能会导致设施无法侦测到核材料的无授权移走。

4.98. 可能会更换测量标准，以隐藏擅自移走核材料。认识到这种可能性很重要。核设施运营单位应该保持对测量标准的控制。

4.99. 要改进对核材料样本进行化学分析的可靠性，良好的做法是将子样本分发到多个具有分析能力的实验室，以便对结果进行比对，寻找提高性能的机会。这种做法还会消除篡改化学分析结果的可能性。

### 取样

4.100. 程序应该明确说明取样方法，包括避免篡改和更换样本的措施。应该进行研究，表明所取样本能够代表取样的核材料，并对取样的不确定性进行评估。应该进行定期研究，确保取样系统未改变。应该采取措施，确保能够探测自动取样系统的故障。为避免更换样本，避免将结果分配给错误样本（以及错误核材料容器），重要的是，从取样开始，直到分析和测量结果出炉，须始终知道样本去向。保留档案样品是一种很好的做法。

### 与核安保有关的特殊方面

4.101. 当取样系统出现故障时，核设施运营单位应该采取行动，确保产生故障的原因不是为了隐藏擅自转移核材料的行为。应该关注在样品测量前可能发生的替换行为。重要的是，确保遵守取样程序，且在取样过程中所取材料不超过需要量。

### 测量结果的记录

4.102. 所有测量结果均应该恰当地记录在批准表格内。表格至少应该包含具有下列信息：

- 样品身份
- 取样者身份
- 被取样物项或产品的身份
- 核材料类型；
- 取样日期、时间及地点



- 测量日期及时间
- 测量设备身份
- 所采用的测量程序；
- 所采用的校正仪器及校正结果；
- 控制标准、控制图表，以及控制数据结果，包括失控数据；
- 取样程序（如果可用）；
- 测量结果及其不确定性；
- 测量人员或复核人员签名。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.103. 有效核安保必须采用完整精确的测量结果。测量设备的自动化及测量结果的电子化录入通常能够提高测量数据的可靠性，因此有利于核安保。

#### 测量的质量控制

4.104. 测量质量控制计划的范围取决于测量的复杂程度。测量质量控制计划至少应该包含以下内容：

- 确保测量人员有相应资质；
- 维护并重新认证测量设备；
- 标准控制；
- 维护并重新认证标准；
- 设备校准（频率及方法）；
- 设备重新校准及重新认证；
- 测量设备性能验证；
- 设备故障时应采取的行动；
- 确保测量设备、标准和方法适合测量材料的措施；
- 完整记录所有测量结果，包括对标准的测量；
- 用于监测标准测量的控制图表；
- 测量系统出现失控时要采取的措施。

4.105. 如果测量系统不能满足确定的上述条件，不应该用于核材料衡算和控制目的。对于任何超过失控限度的控制测量，都应该制订最低限度的响应与纠正措施，包括重新测量、重新校正以及对以前测量的有效性进行审查。

4.106. 核材料衡算和控制部门应该监督测量质量控制计划，且控制计划应该独立于运营。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.107. 为确保设施运营单位能够侦测核材料擅自移走，尤其重要的是，核材料测量应该遵守全面实施的测量质量控制计划。质量控制计划须处理测量人员的资质、测量设备与仪器的控制与维护、确定合适的测量方法以及完整记录所有测量结果等问题。

### 核材料控制

4.108. 核材料控制的目的是防止擅自使用核材料。应该设立核材料控制系统，对持有、加工或存储核材料予以授权。系统应该能追踪并持续了解核材料在材料平衡区内的情况，无论是正在加工、贮存还是移动，包括核材料测量前及测量后。核材料控制系统的其他要素可以包括：与实物保护系统协作，控制靠近核材料、设备，访问核数据；材料安全壳；材料监督；辐射监测；物项控制。还应该考虑可能提高核材料控制计划实效性的其他要素（如统计物项控制，包括验证性测量以及在加工过程中对材料进行的统计监控）。有效控制措施应该具备冗余性和多样性，以消除单点故障造成的后果。采用的冗余措施的数量应该根据识别的威胁与种类、设施内核材料的形态与数量确定，并符合国家规定。

4.109. 为进行有效的材料控制，在建立核材料控制系统时，应该考虑在将核材料从手套箱内、贮藏区或建筑物内移走时可能发生的所有可信假想方案，以及在材料平衡区内转移材料的所有可能途径。假想方案应该考虑材料的数量、类型、停留时间以及物理形态。

## 与核安保有关的特殊方面

4.110. 应该确定采取核材料控制措施的合适地点或位置，并考虑核材料在设施内的移动和停留情况。本节所讲述的所有核材料控制措施对于设施内核安保至关重要。核材料控制措施的主要目标是保持对核材料位置的了解，并侦测任何擅自持有或移动核材料的行为。控制系统应该包含设施内以及核材料衡算和控制以及运行设备内的所有核材料，恶意内部知情人可能将其用于隐藏核材料。应该考虑到少量的核材料，如样本，他们可能积累后擅自转移；还须考虑废液，也可用于擅自转移。

4.111. 因为恶意内部知情人可能有权接近核材料，用于禁止擅自转移核材料的权限控制对于他们而言未必完全有效。要让核材料控制措施能够有效侦测和威慑恶意内部知情人的擅自转移行为，核材料衡算和控制人员应该与运营、安全和实物保护部门协调与合作。

4.112. 要确保持续控制须采取多种控制措施，因为失去控制，即使时间很短，也会增加擅自转移核材料的可能性。在缺少精确测量手段时以及在地点和数量的改变不能马上记录下来时（例如，如果失控发生在测量之前，可能方便更换）尤其如此。

4.113. 在核材料特别易受恶意内部知情人的行为侵害的地点，比如使用核材料的地方，应该考虑增加额外的核材料控制措施，例如取样处或手套箱的开口处。应该将核材料区的所有出口（如紧急出口、通风管、窗户和排水沟）都看作是恶意内部知情人擅自转移核材料的可能通道。可以考虑加强对这些出口的控制和监视（与分级法相符），例如：

- 在所有进出口安装门式辐射侦测器；
- 在进出口安装金属探测器；
- 为侦测或威慑任何通过屏蔽掩盖核材料的行为，须进行额外检查；
- 对通风口和排水沟进行监控；
- 除格栅外，在窗户及通风口处还要安装纯金属网。
- 对所有离开材料平衡区的液体、固体和气体废弃物均进行测量、监视和控制。

4.114. 应该制订程序，防止有意或无意将核材料擅自通过废弃物流转移。离开材料平衡区的设备、工具箱、样本、空容器等亦应该监视和控制。应该进行各类控制，防止擅自靠近废弃物监控仪表、布线和校准机架。所需建立的控制高度依赖材料类型及区域内发生的进程。例如，废燃料池进行清理或停运时，所有废料均有很强的辐射性（固然多数辐射来自衰变期很短的同位素），因此所安装的辐射监控装置可能无法识别废燃料组件和燃料棒。因此，在清理废燃料池时，由具备资质能够区分废料是燃料棒还是燃料芯块的人对清理行动进行监视就非常重要。

### **对与核材料有关的人员和作业的授权**

4.115. 在每一处设施内，都应该有对接近和处理核材料的授权过程，以及对能够从事这些行动的人员的授权，包括确定可信程度。对于授权过程，包括允许授权的有限数量的管理人员的身份识别，均应该编写说明并得到批准。

4.116. 当授权涉及对从事与核材料有关工作的人员，根据其工作任务、工作单位及其在核材料控制中的任务进行认证时，授权可以为一般授权。也可能会有些需要进行特别授权的情形，例如与核材料有关的单独特别行为。例行情况通常采用常规授权，然而如果涉及不同物项或核材料类型，则可能需要特别授权。

4.117. 授权过程应该包括允许处理的核材料物项的识别。在移动某种物项之前，应该授权。涉及核材料的作业应该在行动开始之前得到授权。

### **与核安保有关的特殊方面**

4.118. 材料平衡区的所有行为应该需要授权，所有人员均应该确切知晓哪些行为是允许的。得到授权之前，应该注意这样一个事实：某些活动可能会导致核材料属性的改变，并被恶意内部知情人用于核材料擅自移动。例如，物项标识发生变更或向铀或钚粉中加入了非核材料，改变了物项的总重量，会导致与物项相关的信息错误。

4.119. 为确保设施运营单位能够侦测到核材料擅自移动，重要的是全面落实授权大纲。为确保遵守核材料衡算和控制程序，避免擅自移动核材料，可能需要制订特定说明。示例如下：

- 需要接近核材料以及相关信息的人员应该进行适当的忠诚调查。
- 接近核材料应该严格限制在根据职责要求需要接近的被授权人。
- 工作涉及软件或设备维护及修理的人员参与核材料加工、测量或保护工作时，不得在无人陪同的情况下接近有核材料的区域，除非他们得到正当的授权和许可。

#### 对接近核材料、设备及数据的控制

4.120. 在多数核设施内，对接近设施所在区域的控制均由实物保护人员实施。然而，进入控制区后，处理核材料仍需进一步接近，而这一过程可能不受实物保护人员的控制。接近核材料应该由运营部门或核材料衡算和控制部门控制。处理核材料时，运营或核材料衡算和控制部门仍应该确保只有被授权处理或移动的材料得以处理或移动，这种处理或移动也是按照根据特定工作任务的授权进行的。良好做法是运营及核材料衡算和控制人员保管核材料处理任务分配记录。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.121. 核安保系统控制接近的目的是防止无权人员接近核材料、接近监控或处理核材料的设备（这主要是实物保护的责任），防止擅自活动（主要是核材料衡算和控制和运营部门的责任）。运营单位应该制订并维护计划，控制人员接近核材料及设备。这些计划应该解决例行作业、有计划撤离以及可能造成无计划撤离的突发情况。

4.122. 由于设施之间在尺寸和复杂程度方面存在差异，核材料衡算和控制系统的接近控制计划在某处设施上的实施情况可能不同于另一处设施，也可能由同一个设施内的不同部门执行。核设施的运营单位应该按照分级法和核材料衡算和控制的评估结果以及实物保护系统选择合适的核材料衡算和控制系统的接近控制措施。如果核安保的某个要素失效，为确定补偿措施，设施运营单位应该制订并记录所采取的方法。

4.123. 当允许接近最敏感的核材料或设备时，应该通知核材料衡算和控制系统、运营单位，或者二者都通知。核材料衡算和控制接近控制措施应该反映以下内容：

- 通过持续监视能够侦测擅自活动（如双人规则）。
- 应该防止人员携带任何可用于转移核材料的未经授权的物品或设备进入相关区域（如带入屏蔽材料）。
- 应该限制接近用于核材料衡算和控制或加工的设备，如用于数据收集、过程控制、篡改指示、测量、校正或安全监测的设备，以及用于电脑化材料记账系统的设备或数据。
- 在对变化情况没有创建不可更改的记录之前，不应该允许对核材料数据作任何改动。
- 控制对核材料接近的员工有可能侦测擅自活动，这一点在紧急情况或其他非正常情况下尤其重要，例如在按计划撤离或意外疏散之后对人员的控制，直至对人员的适当监控完成。
- 未经实际加工或使用的核材料应该安全贮存。
- 发现安全要求与安保要求（如，接近控制要求）存在任何冲突均应该解决。

## 材料安全控制

4.124. 材料安全控制有无数等级，如金属罐、手套箱、储物柜、房间以及储藏室。多数核设施中的大部分核材料库存利用各种材料安全控制措施进行保管。所有能够将核材料或设备从材料平衡区转移出去的可信途径，均应该以符合分级法的方式予以监控。

### 与核安保有关的特殊方面

4.125. 保持对核材料持续了解的措施能够增强系统及时侦测擅自活动的的能力。例如，设施运营单位可以用篡改显示装置检查容器，确保持续了解容器内核材料的情况，定期抽样检查容器的完整性。可以考虑依据核材料衡算和控制的评估结果和实物保护系统，制订提高系统性能的备用方法，如使用主动篡改显示装置或其他近实时监视措施。对材料安全壳计划及实施情况的评估应该考虑安全壳方法，以及在正常和紧急情况时的控制情况。

4.126. 核材料未使用时，应该存储在储藏室或其他能锁闭的空间内，如有必要须安装报警器。将核材料的大部分保存在安全地点，可以缩短确认是否有核材料丢失所需要的时间。为降低擅自转移的危险，在任何指定时间内从锁闭存储区拿取用于生产或使用的材料时，均应该只取最低所需量。应该采取措施控制每一个加工步骤之间的核材料。非工作时间内，如果材料无法转移至安全存储地点，应该采取额外实物保护、材料监督或同时采取这两种措施。

4.127. 在单项设施中，有可能建立一套核材料衡算和控制系统，使所有核材料物项均能得以衡算和控制。如果物项能够一直处于控制之下，有物项丢失就能够及时侦测。在综合设施，可能无法控制所有核材料，可以通过减少随时可以获得的核材料数量，及时侦测擅自转移核材料。如果无法在未被侦测的情况下获得用于转移的核材料，恶意内部知情人则需要多次转移，才能积累可用于擅自转移的核材料。

4.128. 有时候很难发现安全壳是否损坏，可以考虑制订特别措施用于验证安全壳的完整性。核材料安全壳的所有类型均应该予以标记，一种好的做法是使用自动贴标系统（例如条形码或电子无线电频率装置）。

4.129. 材料安全壳计划应该指定方法，严格区分与控制同一区域内不同类型的核材料（如低浓缩与高浓缩铀），用以威慑或侦测替换行为，包括使用不同颜色和形状的包装容器或标签。材料安全壳计划还应该指定授权使用、带进或带出某区域材料的类型、形态及数量。空容器和样本瓶应该进行控制，避免将这些物品用作转移材料的工具。

### **篡改显示装置**

4.130. 使用带有唯一标识特征的篡改显示装置（或封记）能够提供一定程度的信心，说明由篡改显示装置保护的物项未开封过。篡改显示装置的目的是确保物项上有该装置时，不会发生未侦测到的篡改或侵入。如果使用恰当的篡改显示装置未予篡改，则安全壳内应用指示器的内容极有可能仍然完好。如果篡改显示装置已被篡改，则应用指示装置的安全壳可能已经打开过，虽然核材料可能有也可能没有遗失，但意味着内容完好的保证已经失效。（注释：本出版物中所用术语“篡改显示装置”和“封记”是指核设施应用或使用的装置，是材料控制计划的一部分，须与国际原子能机构用

于保障措施的封记区分开来。国际原子能机构保障措施下的核材料可能同时拥有国际原子能机构与核设施应用的封记。

4.131. 篡改显示装置能够以很多不同的物理形式出现，如电缆锁、电子无线电频率装置（这种装置能够持续监视，并提供近实时告警）和封条。有效的篡改显示装置计划应该包括：获得、采购、贮存、发放、转移及销毁控制，类型与唯一标识信息，使用、运用、贮存、发放和确认培训程序等。在核材料衡算和控制系统中，易于复制的装置（如铅封或蜡封）或易于突破的装置不适合用作篡改显示装置。篡改显示装置可用于包装容器或储藏室中，无论是在转运还是贮存过程中，确保核材料的完整性。

4.132. 根据篡改显示装置的特性及使用目的，其性能的可信赖度会有所不同。篡改显示装置应该根据用途性质选择使用。如果主管部门对篡改显示装置或包装容器设计规格有具体要求，应该考虑这些要求。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.133. 将篡改显示装置与其他材料控制措施同时使用，如防止或侦测擅自接近篡改显示装置的监督措施，能够为擅自转移核材料的事不会发生提供额外保证。推荐所有将篡改显示装置作为核材料控制大纲一部分的设施采用控制和管理篡改显示装置的采购、使用、应用、移除与销毁的大纲。

### 材料的监督与监测

4.134. 设施运营单位可以通过监督与监测，防止或侦测擅自转移核材料或其他物项，侦测对设备的干扰，提供与设备及核材料状态有关的连续信息。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.135. 应该建立并应用设施监督与监测系统，确保核材料物项处于授权位置，并能够侦测未经授权的行为。运用监督可以提供对安全壳被破坏进行评估时所需的指示信息。可以用于评估警报，识别擅自转移的位置，估计可能被盗核材料的数量及形态。运营单位应该定时检查，确认按照既定程序采取了材料控制措施，设备使用正确，如检查监督摄像机、门锁、门上及容器上的篡改显示装置，未发现违规行为。材料监督系统部件的选择以及审查的频率，应该在核安保的总体背景下以核材料衡算和控制 and 实物保护系统的评估结果为依据。



4.136. 材料监督措施包括视频监控、重量传感器、热传感器、激光监测仪、辐射监测仪、无线电频率标签、运动探测器等。监督大纲至少应该确保：

- 只有获得授权且具备相关知识，能够侦测错误或未经授权行为的人员才能被赋予核材料监督责任。
- 能够被恶意内部知情人篡改以避免侦测核材料擅自转移或其他未经授权行为的设备要进行监控。
- 监督方法采用双人规则时，两名被授权人的物理位置之间、两人与核材料之间视线不受阻挡，两人都接受过培训，能够侦测擅自活动或错误程序。
- 监督与监控系统独立部件的弱点不得被恶意内部知情人利用，如屏蔽辐射监测仪、篡改封条和电子设备、篡改核材料物项或设备，而这些行为难以被监督系统轻易识别。
- 处于使用、加工或贮存中的核材料得到恰当监督，采取报警或等效保护措施。

4.137. 应该为侦测擅自带入或带出核材料的辐射监测仪（如门式监测器）选择合适地点。应该仔细留意监测仪的设计、安装、操作与校准，防止擅自靠近仪表装置、布线，防止擅自利用校准用标准等。出入口金属探测器应该与辐射监测仪配合使用，以侦测被屏蔽容器。

### **物项监控**

4.138. 可以制订定期物项监控计划，在两次实际库存评价之间提高侦测擅自转移核材料的可能性。物项监控可以包括确认随机选择的物项和物项上的篡改显示装置的标识及完整性，以及物项位置等。对于验证记录的精确性而言，物项监控是核材料衡算和控制的性能试验。物项监控计划的范围与频率应该以核材料衡算和控制和实物保护系统的评估结果为依据。验证选定物项附近的其他物项，能够提高试验的有效性，进一步确保位置信息的准确性。任何涉及潜在物项丢失、被盗或记录被篡改的事件，均应该调查并解决。

## 与核安保有关的特殊方面

4.139. 为了帮助识别哪种（些）物项可能丢失，核材料的每一个物项均应该采用唯一标识。应该特别注意对于物项的交易、标识及位置须准确及时记录。在大量核材料物项一起位于同一地点时，以及当容器重复使用时，这一点尤其重要。空容器也应该加以控制。

## 核材料加工时的监控

4.140. 如果过程稳定且在控制之下，加工时可采用统计控制技术对核材料进行监控。投入工艺的材料数量（投入）与工艺产出的材料数量（产出）之间的差异，可以与投入-产出平均差异以及标准偏差进行对比，以侦测可能表明存在擅自转移的违规行为。用于投入产出均能测量的加工单元时，过程监控极为有效。加工单元可以再划分为更小的单元用于材料控制试验，以达到理想的损失侦测灵敏度，降低误报率。失控过程中的任何迹象均应该作为可能试图转用、生产、使用或转移核材料的迹象，由核材料衡算和控制人员与运营部门合作开展调查。用于运营和其他材料控制测量的仪表如量计、罐内液面指示器和视频监督所提供的数据，可以用于辅助调查。

4.141. 应该对过程进行分析，确认运营数据对核材料衡算和控制有何种关联，因此，应该提供给核材料衡算人员。这种分析在工艺设计期间进行效果最好。营运设备能够为核材料衡算和控制提供有用信息。例如，安装在工艺线上为生产组织提供工艺控制数据的量计也能够为核材料衡算和控制部门提供擅自转移的早期迹象。

## 与核安保有关的特殊方面

4.142. 在加工核材料的设施中，应该制订程序，及时侦测对正在加工的核材料的擅自转移。监控过程差异很重要，确保差异波动不是很大，因为波动可能意味着恶意内部知情人正在采取行动擅自转移核材料。

4.143. 例如，巨大的处理差异可能是没有精确测量大量废料造成的。通过更频繁的废料加工或使用更精确的测量技术可以减少大量不明物料量以及由于库存废料造成的不明物料量。如果这样不可能，可以采取的其他减轻措施包括：

- 一 把加工装置做得尽可能小，通过加工装置、轮班作业、分批处理等方式分离废料；

- 迅速测量废料（如无损测定和称重）；
- 监控和评估投入到加工装置中的核材料数量、从加工装置中移除的产品数量以及留在加工设备中的核材料数量。
- 每日核查或每班核查，确保从加工装置中取出的废料数量与预期数量一致。

4.144. 这些措施能够显著降低恶意内部知情人的假想方案成功的数量，并有助于侦测核材料的擅自转移，也能够减少一些突发盗窃的假想方案，减少可能的拖延盗窃事件中涉及的核材料数量，因此延长一些假想方案的完成时间。

4.145. 在其他核材料加工区、加工装置或设备中也可以采用类似方法。出于核安保的目的进行更精确的测量是值得的，但技术上更困难。通过采用监控和对核材料损失进行频繁评估可以消除恶意内部知情人的一些擅自转移假想方案。延长完成擅自转移核材料所需的时间有可能可以消除假想方案。

## 核材料移动

4.146. 在本出版物中，“装运”一词是指核材料从一处设施至另一处设施的向外移动。“接收”一词是指核材料从一处设施向另一处设施的向内移动。“转运”是指核材料在同一处设施内的不同材料平衡区之间移动。“搬移”一词是指在同一材料平衡区内的移动。通用词“移动”适用于本段及本出版物所用的所有术语。（注意，这些术语可能与国内或国际原子能机构保障活动常用的术语不同。）

4.147. 所有的移动（装运、接收、转运和搬移）均应该记入衡算系统并有文件证明。证明文件应该含物项标识、篡改显示装置标识、核材料出发地点及运及地点位置。证明文件还应该包括核材料移动人员及核查人员的签名。

### 与核安保有关的特殊方面

4.148. 场外装运及装运准备，以及较低程度上，在场内材料平衡区之间转运，都是可能为擅自转移提供特定机会的敏感作业。为威慑和侦测核材料的擅自转移，核材料衡算和控制应该列入装运和转运过程。由于装运和转运核材料时潜在的易受攻击性，应该采取具体措施识别并防止涉及装运和转运

的蓄意恶意行为与非蓄意失误。托运人和收货人在装运之前就应该明确界定核材料在装运及运输期间的责任。在装运、转运和运输过程中保护核材料的其他核安保措施见参考文献[3]。

## 核材料的装运

4.149. 在核材料准备装运、包装和运输时，核材料衡算和控制系统可以解决下列问题：

- 核材料的控制责任；
- 装运准备；
- 包装及装运记录；
- 装运物项的唯一标识；
- 标识的应用与验证，以及篡改显示装置的完整性；
- 所运货物的外观检查；
- 所运货物的测量数据，包括测量的不确定性；
- 用于测定核材料含量的方法；

4.150. 将装运的核材料的元素及同位素应该按照 4.82—4.107 段规定的测量计划进行测量，而且测量之后，应该保持了解的连续性。为防止核材料装运出现错误（无论是有意还是无意），在核材料贮存或加工区，任何材料（无论是否为核材料）在装运包装时，应该由了解核材料衡算和控制以及核材料物理特性的人员进行观察。例如，有一种很好的做法，即安排两人进行篡改显示装置的数据审核与验证。

### 与核安保有关的特殊方面

4.151. 设施运营单位应该制订核材料装运措施，确保能够侦测擅自转移。应该制订程序，在装运之前确认，标注为“空”的容器内确实为空，标识为非核物项从核材料区转移的确实不是核物质。有关核材料运输的详细信息应该作为敏感信息，直到行动结束；不过，这种做法不应该与通知要求冲突，如保障措施协议的相关规定。所有装运活动均应该在核材料衡算和控制、通晓核材料衡算和控制要求能够识别擅自行为的实物保护人员的监督之下进行。

## 核材料的接收

4.152. 接收核设施时进行的检查应该从验证装运（运输）集装箱以及篡改显示装置的完整性开始。初步检查之后，后续行动应该包括：

- 核实运输用集装箱内物项的数量；
- 核实物项的一致性；
- 检查集装箱及其篡改显示装置的完整性；
- 根据需要，对物项进行测量。

4.153. 内装物品应该与装运文件包含信息进行比对。在收到以托运人文件记录的核材料数量与类型为准则的核实文件后，物项应该立即记入账面库存。收货人测量完成后可以再进行调整。在核实活动中发现的任何重大的差异，均应该报告给托运人以及主管部门调查解决。主管部门应该指定所有接收行为完成时间，包括接收验证完成的时间。正在接受调查的物项应该隔离保护，在所有差异得到解决之前，不得进行加工或运输。

4.154. 如果接收的核材料由接收设施进行加工，托运人与收货人应该根据 4.158—4.160 段的规定完成比对。任何统计方面的显著差异应该首先解决，然后材料才可以放行加工。对于密封物项如燃料组件、燃料棒和燃料元件，如果封装完好，可以接受托运人提供的数值。可以免于进行托运人-收货人差异比对的核材料，应该按要求得到主管部门批准，并记录为发货人和收货人均同意。

### 与核安保有关的特殊方面

4.155. 核设施运营单位应该与核材料衡算和控制人员共同制订核材料接收措施，确保可以侦测任何可能发生的擅自转移。应该特别注意排除下列可能性，即 4.158-4.160 段所指的利用托运人与收货人之间的差异隐藏擅自转移核材料的行为。收到的材料应该隔离，在接收测量完成之前不得加工。

### 移动的文件与记录

4.156. 核材料的移动应该清晰记录下来，并按照 4.52—4.53 段的规定对记录进行更新。材料移动时，应该得到设施管理层或其他经授权的人员批准，并应该适时检查。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.157. 核材料衡算和控制系统设计应该在核材料移动及进行相关准备时，能够威慑并侦测核材料的擅自转移或替换。应该保持对核材料了解的连续性。

#### 托运人-收货人差异评估正校

4.158. 托运人-收货人差异是指同一批核材料，托运人材料平衡区所称数量与收货人材料平衡区测量结果之间存在差异。只要可能，接收到的核材料应该测量，确认所收到的数量与托运人提供的文件记录相一致。接收设施应该运用统计学方法，进行托运人-收货人比对。应该在考虑测量能力、设计基准威胁的情况下，制订出可接受的，符合测量核材料类型与形式的托运人-收货人差异最大值。累积性发货人-收货人差异亦应该按照主管部门要求进行计算和评估。托运人-收货人重大差异的解决可能需要第三方为此目的进行取样测量。重大差异应该按照 4.161—4.168 段的规定报告给托运人和主管部门调查和解决。

#### 与核安保有关的特殊方面

4.159. 托运人-收货人差异，尤其是当核材料数量很大或测量不确定性很大时，可能会被恶意内部知情人用来隐藏核材料擅自转移。在对设施的核安保方法进行设计和评估过程中，如果托运人-收货人差异在统计学上差异也很大，应该考虑采取补充措施。统计学方面也很显著的托运人-收货人差异，在差异应该解决之前，相关材料不得放行加工。

4.160. 当出现托运人-收货人差异巨大的情形时，发货与收货设施在对核安保方法进行设计和评估时，均应该考虑可能存在恶意内部知情人活动的可能性。

## 违规行为的侦测、调查和解决

4.161. 核材料衡算和控制的目标之一就是侦测、调查和解决违规行为，包括适当应对并通告。违规行为可能标志着擅自转移核材料。对于每一处设施而言，都应该制订标准，确定构成违规行为的标准。所有违规行为均应该调查和解决，可能的违规行为包括：

- 物项丢失或材料损失；
- 擅自转移的指控；
- 在错误地点发现物项；
- 意外发现无记录的物项；
- 涉及核材料的擅自行动；
- 容器受损；
- 篡改指示器受损或破碎；
- 监视措施故障；
- 物项标识受损、错误或丢失；
- 与核材料衡算和控制有关的设备受损或故障；
- 违反双人规则；
- 核材料记录或报告出现差异；
- 测得的核材料值与记录值存在显著差异；
- 不明物料量或累积不明物料量统计学数值显著；
- 托运人-收货人差异不能达到接受标准；
- 擅自利用数据，擅自接近设备或核材料；
- 核材料衡算和控制系统报警，包括监视设备；
- 涉及核材料或核材料衡算和控制系统要素的擅自操作；
- 违反核材料衡算和控制程序；
- 涉及核材料的故障或事件；
- 对于装运或接收夸大其词或轻描淡写。

### 与核安保有关的特殊方面

4.162. 在调查过程中，应该考虑这种可能性，即某种违规行为是故意而为，为了掩盖擅自转移行为。有些违规行为，如物项丢失，应该立即做出响应。其他违规行为如发现核材料或记录错误，看上去似乎不是严重问题，但应该进行仔细评估，因为这些行为可能表示核材料衡算和控制系统存在严重问题。如有可能，与可能违规行为或差异有关的所有物项均应该隔离在单独的贮存区，直到问题得到解决。擅自转移或不法行为的指控亦应该进行调查。

### 违规行为的应对措施与调查

4.163. 对于违规行为的应对取决于违规行为和所涉及核材料的性质，如材料的类型、擅自转移的风险以及可能的后果等。可能出现的潜在问题，应该在发生前予以识别，并制订一套可能的综合性缓解应对措施。应该制订解决违规行为的程序。解决违规行为的步骤可能包括从重新测量某个物项到进行全面紧急实际库存。根据 4.29—4.32 段的内容，设施人员应该了解为应对违规行为，采取立即行动的重要性。

4.164. 对于核材料衡算和控制系统各要素产生的警报，应该开发分析系统，并提出恰当的应对措施。警报解决计划应该能识别系统错误类型，或导致报警的无辜原因，这样才能够采取补救行动。报警响应应该及时，确保报警得以查明和迅速解决（如，在对事件记忆仍然清晰、材料仍可重新测量以及材料被加工变化尽可能少的时候）。

### 与核安保有关的特殊方面

4.165. 每一种核材料控制要素都提供侦测擅自生产、使用或转移核材料的方法。这些侦测方法的有效性取决于对报警进行的准确、及时的识别和评估。违规行为可能表明恶意内部知情人的行为已经发生。当发生严重的违规行为时，涉及到核材料可能擅自转移，响应应该从立即通知设施管理层、实物保护管理层、核材料衡算和控制管理层以及主管部门开始。核材料衡算和控制行动应该与实物保护人员采取的行动协调。如果安保区无论任何原因遭到破坏，实物保护人员与核材料衡算和控制人员应该彼此协作，恰当应对。核材料衡算和控制部门可能采取的行动包括，如果需要，通过验证性测量，进行紧急实地库存。在某些情况下，可能适合需要获得外部帮助



解决违规行为。在严重违规行为调查期间，受影响区域的物料与人员的活动应该受到限制。

### **违规行为调查的记录**

4.166. 核材料衡算和控制系统应该对违规行为的调查提供正式指导，包括调查的本质、执行调查任务的团队构成、告警、时限及报告过程。调查应该以正式报告的形式记录下来，就违规行为性质提供足够的细节，提供导致侦测违规行为的事件分析、描述所采取的行动以说明违规行为的特征，提出合适的响应措施并采取纠正措施，防止这种违规行为再度发生。

4.167. 应该定期、频繁审查违规行为，检查纠正措施的效果。对违规行为进行审查、分类和分析可以识别核材料衡算和控制系统、设备或二者共同的弱点。应该采取恰当纠正措施。

#### **与核安保有关的特殊方面**

4.168. 对违规行为采取迅速彻底的解决方案，能够提高设施运营单位侦测擅自转移核材料的能力。设施运营单位应该要求对所有违规行为的调查进行准确、完整记录。记录文件应该以适合设施内核材料类型与数量的频率进行审查和评估，确定是否有事件能够联系起来。所有违规行为都有应对措施，知道这一点，对恶意内部知情人的行为而言是一种威慑。

### **核材料衡算和控制系统的评估与性能测试**

4.169. 应该制订大纲，对核材料衡算和控制系统进行定期评估和审查。大纲应该包括系统总体评估和对各要素的评估。对核材料衡算和控制措施进行测试，确定是否按照设计进行了实施，对于措施提到的自然、工业与威胁环境是否足够，是否符合既定的性能要求。这就是所谓的性能测试，应该在合适的时机实施。

4.170. 评估大纲不得仅限于设计标准，还应该考虑总体系统的有效性。评价大纲应该：

- 确保程序与指令得以理解、实施和维护；
- 侦测核材料衡算和控制系统执行方面的任何不充分迹象，并向管理层发出警报；

— 提出恰当纠正措施，避免问题再次发生。

4.171. 定期评估的频率应该考虑到核材料的吸引力。如确定有问题，就须进行更频繁评估。

4.172. 评估与性能测试可由核材料衡算和控制工作人员、核材料衡算和控制部门之外的组织或设施之外的组织实施。评估与测试应该由掌握相关知识、技术上胜任的个人实施，实施人员还应该获得适当授权、不涉及利益冲突，如对被评估的行为负有直接责任。

4.173. 应该记录评估与性能测试。发现的任何不足均应该提交管理层以备纠正。应该记录管理层的响应情况，包括管理层下达的任何纠正措施以及完成这种措施的预期时间表。

4.174. 评估与性能试验结果应该提供给核材料衡算和控制工作人员。避免发现的不足再次发生所采取的纠正措施，应该以合理的分析技术为依据，并与问题的严重程度相符。纠正措施应该考虑核材料衡算和控制计划的长期可持续问题，不能只着眼于问题的立即解决。应该进行后续评估、审计和性能测试，以评估纠正措施的效果。

4.175. 设施内性能试验计划应该包括：

- 性能试验的方法与范围须有恰当记录并得到批准；
- 已安排的例行试验，如材料监督程序试验或定期管理检查；
- 对其他行为的试验，如对核材料衡算和控制系统所作改变进行的试验；
- 与试验涉及或影响到的所有设施组织就性能试验进行协调。

4.176. 核材料衡算和控制系统要素的性能试验应该用于证实核材料衡算和控制措施是按照设计执行的，并发挥了预期功能。按照提议对设施或进程所进行的对核材料衡算和控制系统具有潜在影响的改变应该进行评估，这是对改变进行初步审查与批准的一部分。评估还应该考虑由国家或主管部门制订的标准。

4.177. 核材料衡算和控制系统的质量管理系统应该遵守现有标准提出的方法，如国际标准化组织（ISO）出版的标准。

## 与核安保有关的特殊方面

4.178. 应该对核材料衡算和控制系统进行定期评估，确保它能够按照设计侦测核材料的擅自转移。有效的核材料衡算和控制系统取决于系统的所有要素在所有时间内都能有效发挥作用。所有关于已发现缺陷的记录文件均应该作为敏感信息加以保护，因为关于核材料衡算和控制系统缺陷的信息可能会令潜在的敌对方受益。

4.179. 在进行核材料衡算和控制的性能试验时遇到的主要困难之一，是如何既能进行一次真实的试验，又确保核材料在试验时处于控制之下。为确保材料控制不会对试验造成负面影响或危害到核材料衡算和控制，需要进行仔细规划与协调。

4.180. 性能试验对确保达到核安保目标十分重要。



## 参考文献

- [1] United Nations Security Council Resolution 1540, Resolution S/RES/1540, United Nations, New York (2004).
- [2] The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev.1, IAEA, Vienna (1980); Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, Resolution GOV/INF/2005/10-GC (49)INF/6, IAEA, Vienna (2005).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preventive and Protective Measures against Insider Threats, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 8, IAEA, Vienna (2008).
- [5] STOIBER, C., BAER, A., PELZER, N., TONHAUSER, W., Handbook on Nuclear Law, IAEA, Vienna (2003).
- [6] STOIBER, C., CHERF, A., TONHAUSER, W., DE LOURDES VEZ CARMONA, M., Handbook on Nuclear Law: Implementing Legislation, IAEA, Vienna (2010).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Material Accounting Handbook, IAEA Services Series No. 15, IAEA, Vienna (2008).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Culture, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 7, IAEA, Vienna (2008).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Target Values 2010 for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials, Safeguards Technical Report STR-368, IAEA, Vienna (2010).

## 参考书目

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (Vienna)

Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 10 (2009).

IAEA Safeguards Glossary, 2001 Edition, International Nuclear Verification Series No. 3, IAEA (2002).

The Structure and Content of Agreements between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/153/Corr. (1972).

## 术 语 表

本出版物所用术语定义如下：

**敌对方：** 实行或试图实行恶意行为的任何个人。<sup>1</sup>

**账面库存：** 先前实际库存（由实际库存评价决定）的代数和以及随后库存的任何变化（反映在库存变化报告中）。<sup>2</sup>

**主管部门：** 由成员国指定的、执行一项或多项核安保功能的政府组织或机构。<sup>3</sup>

**结构管理：** 识别和记录设施的结构、系统和部件（包括计算机系统和软件）的特征，并确保正确地发展、评定、核准、发布、实施、验证和记录这些特征的变更以及将这些变更纳入设施文件的过程。

**安全壳：** 结构要素（金属罐、手套箱、保管柜、空间、储藏室等）用于形成一个区域或物项的物理完整性，并保持对核材料的连续了解。

**（对核材料的）控制：** 确保能够保持对核材料持续了解（如位置、数量测量值）的行为、装置、系统和程序。

**纵深防御：** 核安保被突破前须克服或规避的多层系统和措施的组合。<sup>3</sup>

**分级法：** 与恶意行为的潜在后果相称的核安保措施的应用。<sup>2</sup>

**内部知情人：** 可能试图擅自转移核材料或从事破坏活动、或者可能帮助外部敌对方做上述活动、有权接近核设施内或运输中的核材料的一名或多名个人。<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> 国际原子能机构《核安保丛书》第 8 号 — 内部威胁的预防和保护措施，实施导则，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

<sup>2</sup> 国际原子能机构《国际原子能机构服务丛书》第 15 号 — 核材料衡算手册，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

<sup>3</sup> 国际原子能机构《核安保丛书》第 13 号 — 核材料和核设施实物保护的核安保意见（INFCIRC/225/Revision 5 号文件），国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

**违规行为：**一种不同寻常的可见工况，可能由擅自转移核材料造成，或者能够限制运营单位的能力使之得出未发生擅自转移的结论。

**核设施：**一种生产、加工、使用、处理、贮存或处置核材料的设施（包括与之相关的建筑和设备），它需要特别的许可证。<sup>2</sup>

**核材料：**按照《国际原子能机构规约》第 XX 条的定义，属于特种可裂变材料或原材料的任何材料<sup>4</sup>。

“1. “特种裂变材料”一词是指铀-239、铀-233、浓缩铀同位素 235 或 233、任何含有前述一种或多种元素的材料以及原子能机构理事会随时确定的其他可裂变材料。但“特种裂变材料”一词不包括原材料。

“2. “浓缩铀同位素 235 或 233”一词是指含铀-235 或铀-233 或兼含二者的铀，而这些同位素的丰度比总和与铀-238 的丰度比大于天然存在的铀-235 与铀-238 的丰度比。

“3. “原材料”一词是指含有自然界中同位素混合物的铀；贫同位素 235 的铀；钍；呈金属、合金、化合物或浓缩物形态的上述各项材料；含有上述一种或数种材料的任何其他材料，其浓度应由原子能机构理事会随时确定；以及由原子能机构理事会随时确定的其他材料。”

**运营单位：**取得许可证或获得授权从事核设施运营的任何个人、组织或政府实体。<sup>3</sup>

**实际库存：**设施运营单位按照规定程序获得、在规定时间内在一个材料平衡区内实际存在的同一批核材料经测量或导出估计的总量。<sup>2</sup>

**监视：**通过装置或直接观察采集信息，侦测擅自移动核材料、篡改核材料安全壳或伪造与核材料位置和数量有关信息的行为。

**核材料衡算和控制系统：**为提供与核材料存在的控制与保证有关的信息而设计的一整套措施，包括建立和追踪核材料库存、控制接近核材料和侦测核材料损失或转用、以及确保上述系统和措施的完整性所必需的系统。

---

<sup>4</sup> 国际原子能机构《规约》（1956 年），以及修正案（1963 年、1989 年），国际原子能机构，维也纳。



**双人规则：**一种程序，要求至少两名获得授权并有相关知识的人共同确认涉及核材料及核设施的行为获得了授权，以侦测未获授权的接近或行为。

**擅自转移：**盗窃或其他非法获取核材料的行为。



## 当地订购

国际原子能机构的定价出版物可从我们的主要经销商或当地主要书商处购买。  
未定价出版物应直接向国际原子能机构发订单。

### 定价出版物订单

请联系您当地的首选供应商或我们的主要经销商：

#### **Eurospan**

1 Bedford Row  
London WC1R 4BU  
United Kingdom

交易订单和查询：

电话：+44 (0) 1235 465576

电子信箱：trade.orders@marston.co.uk

个人订单：

电话：+44 (0) 1235 465577

电子信箱：direct.orders@marston.co.uk

网址：www.eurospanbookstore.com/iaea

欲了解更多信息：

电话：+44 (0) 207 240 0856

电子信箱：info@eurospan.co.uk

网址：www.eurospan.co.uk

定价和未定价出版物的订单均可直接发送至：

Publishing Section  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre  
PO Box 100

1400 Vienna, Austria

电话：+43 1 2600 22529 或 22530

电子信箱：sales.publications@iaea.org

网址：https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu





核材料衡算和管制的工作是防止、威慑、侦测核材料的擅自获取和使用。它是对国际保障大纲和实物保护系统的补充，国际原子能机构成员国运用全部三种手段防御来自国家和非国家行为体的外部和内部威胁。本出版物为在核设施实施核材料衡算与控制提供指导。它聚焦措施以减轻由内部知情人构成的风险，介绍了能在核设施内与实物保护系统协同实施的大纲要素，目的是威慑和侦测核材料的擅自转移。