

# 国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

## 恢复对无看管源的控制和 改进对易受攻击源的控制 的国家战略

### 特定安全导则

### 第 SSG-19 号



**IAEA**

国际原子能机构

# 国际原子能机构安全标准和相关出版物

## 国际原子能机构安全标准

根据《国际原子能机构规约》第三条的规定，国际原子能机构受权制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产之危险的安全标准，并规定适用这些标准。

国际原子能机构借以制定标准的出版物以国际原子能机构《安全标准丛书》的形式印发。该丛书涵盖核安全、辐射安全、运输安全和废物安全。该丛书出版物的分类是安全基本法则、安全要求和安全导则。

有关国际原子能机构安全标准计划的资料可访问以下国际原子能机构因特网网站：

[www.iaea.org/zh/shu-ju-ku/an-quan-biao-zhun](http://www.iaea.org/zh/shu-ju-ku/an-quan-biao-zhun)

该网站提供已出版安全标准和安全标准草案的英文文本。以阿拉伯文、中文、法文、俄文和西班牙文印发的安全标准文本；国际原子能机构安全术语以及正在制订中的安全标准状况报告也在该网站提供使用。欲求进一步的信息，请与国际原子能机构联系（Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria）。

敬请国际原子能机构安全标准的所有用户将使用这些安全标准的经验（例如作为国家监管、安全评审和培训班课程的依据）通知国际原子能机构，以确保这些安全标准继续满足用户需求。资料可以通过国际原子能机构因特网网站提供或按上述地址邮寄或通过电子邮件发至 [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)。

## 相关出版物

国际原子能机构规定适用这些标准，并按照《国际原子能机构规约》第三条和第八条 C 款之规定，提供和促进有关和平核活动的信息交流并为此目的充任成员国的居间人。

核活动的安全报告以《安全报告》的形式印发，《安全报告》提供能够用以支持安全标准的实例和详细方法。

国际原子能机构其他安全相关出版物以《应急准备和响应》出版物、《放射学评定报告》、国际核安全组的《核安全组报告》、《技术报告》和《技术文件》的形式印发。国际原子能机构还印发放射性事故报告、培训手册和实用手册以及其他特别安全相关出版物。

安保相关出版物以国际原子能机构《核安保丛书》的形式印发。

国际原子能机构《核能丛书》由旨在鼓励和援助和平利用原子能的研究、发展和实际应用的资料性出版物组成。它包括关于核电、核燃料循环、放射性废物管理和退役领域技术状况和进展以及经验、良好实践和实例的报告和导则。

恢复对无看管源的控制和改进  
对易受攻击源的控制  
的国家战略

## 国际原子能机构的成员国

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

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《安全标准丛书》第 SSG-19 号

# 恢复对无看管源的控制和 改进对易受攻击源的控制的 国家战略

特定安全导则

国际原子能机构  
2022 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 26007 22529  
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，2022 年  
国际原子能机构印刷  
2022 年 11 月·奥地利

**恢复对无看管源的控制和改进对易受攻击源的控制的国家战略**

国际原子能机构，奥地利，2022 年 11 月  
STI/PUB/1510  
ISBN 978-92-0-511022-6（简装书：碱性纸）  
978-92-0-511122-3（pdf 格式）  
ISSN 1020-5853

# 前 言

国际原子能机构（原子能机构）《规约》授权原子能机构“制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产的危险的安全标准”。这些标准是原子能机构在其本身的工作中必须使用而且各国通过其对核安全和辐射安全的监管规定能够适用的标准。原子能机构与联合国主管机关及有关专门机构协商进行这一工作。定期得到审查的一整套高质量标准是稳定和可持续的全球安全制度的一个关键要素，而原子能机构在这些标准的适用方面提供的援助亦是如此。

原子能机构于1958年开始实施安全标准计划。对质量、目的适宜性和持续改进的强调导致原子能机构标准在世界范围内得到了广泛使用。《安全标准丛书》现包括统一的《基本安全原则》。《基本安全原则》代表着国际上对于高水平防护和安全必须由哪些要素构成所形成的共识。在安全标准委员会的大力支持下，原子能机构正在努力促进全球对其标准的认可和使用。

标准只有在实践中加以适当应用才能有效。原子能机构的安全服务涵盖设计安全、选址安全、工程安全、运行安全、辐射安全、放射性物质的安全运输和放射性废物的安全管理以及政府组织、监管事项和组织中的安全文化。这些安全服务有助于成员国适用这些标准，并有助于共享宝贵经验和真知灼见。

监管安全是一项国家责任。目前，许多国家已经决定采用原子能机构的标准，以便在其国家规章中使用。对各种国际安全公约缔约国而言，原子能机构的标准提供了确保有效履行这些公约所规定之义务的一致和可靠的手段。世界各地的监管机构和营运者也适用这些标准，以加强核电生产领域的安全以及医学、工业、农业和研究领域核应用的安全。

安全本身不是目的，而是当前和今后实现保护所有国家的人民和环境的目标的一个先决条件。必须评定和控制与电离辐射相关的危险，同时杜绝不当限制核能对公平和可持续发展的贡献。世界各国政府、监管机构和营运者都必须确保有益、安全和合乎道德地利用核材料和辐射源。原子能机构的安全标准即旨在促进实现这一要求，因此，我鼓励所有成员国都采用这些标准。





# 国际原子能机构安全标准

## 背景

放射性是一种自然现象，因而天然辐射源的存在是环境的特征。辐射和放射性物质具有许多有益的用途，从发电到医学、工业和农业应用不一而足。必须就这些应用可能对工作人员、公众和环境造成的辐射危险进行评定，并在必要时加以控制。

因此，辐射的医学应用、核装置的运行、放射性物质的生产、运输和使用以及放射性废物的管理等活动都必须服从安全标准的约束。

对安全实施监管是国家的一项责任。然而，辐射危险有可能超越国界，因此，国际合作的目的是通过交流经验和提高控制危险、预防事故、应对紧急情况和减缓任何有害后果的能力来促进和加强全球安全。

各国负有勤勉管理义务和谨慎行事责任，而且理应履行其各自的国家和国际承诺与义务。

国际安全标准为各国履行一般国际法原则规定的义务例如与环境保护有关的义务提供支持。国际安全标准还促进和确保对安全建立信心，并为国际商业与贸易提供便利。

全球核安全制度已经建立，并且正在不断地加以改进。对实施有约束力的国际文书和国家安全基础结构提供支撑的原子能机构安全标准是这一全球性制度的一座基石。原子能机构安全标准是缔约国根据这些国际公约评价各缔约国履约情况的一个有用工具。

## 原子能机构安全标准

原子能机构安全标准的地位源于原子能机构《规约》，其中授权原子能机构与联合国主管机关及有关专门机构协商并在适当领域与之合作，以制定或采取旨在保护健康及尽量减少对生命与财产之危险的安全标准，并对其适用作出规定。

为了确保保护人类和环境免受电离辐射的有害影响，原子能机构安全标准制定了基本安全原则、安全要求和安全措施，以控制对人类的辐射照射和放射性物质向环境的释放，限制可能导致核反应堆堆芯、核链式反应、辐射源或任何其他辐射源失控的事件发生的可能性，并在发生这类事件时减轻其后果。这些标准适用于引起辐射危险的设施和活动，其中包括核装置、辐射和辐射源利用、放射性物质运输和放射性废物管理。

安全措施和安保措施<sup>1</sup>具有保护生命和健康以及保护环境共同目的。安全措施和安保措施的制订和执行必须统筹兼顾，以便安保措施不损害安全，以及安全措施不损害安保。

原子能机构安全标准反映了有关保护人类和环境免受电离辐射有害影响的高水平安全在构成要素方面的国际共识。这些安全标准以原子能机构《安全标准丛书》的形式印发，该丛书分以下三类（见图1）。



图1. 国际原子能机构《安全标准丛书》的长期结构。

<sup>1</sup> 另见以原子能机构《核安保丛书》印发的出版物。

## 安全基本法则

“安全基本法则”阐述防护和安全的基本安全目标和原则，以及为安全要求提供依据。

## 安全要求

一套统筹兼顾和协调一致的“安全要求”确定为确保现在和将来保护人类与环境所必须满足的各项要求。这些要求遵循“安全基本法则”提出的目标和原则。如果不能满足这些要求，则必须采取措施以达到或恢复所要求的安全水平。这些要求的格式和类型便于其用于以协调一致的方式制定国家监管框架。这些要求包括带编号的“总体”要求用“必须”来表述。许多要求并不针对某一特定方，暗示的是相关各方负责履行这些要求。

## 安全导则

“安全导则”就如何遵守安全要求提出建议和指导性意见，并表明需要采取建议的措施（或等效的可替代措施）的国际共识。“安全导则”介绍国际良好实践并且不断反映最佳实践，以帮助用户努力实现高水平安全。“安全导则”中的建议用“应当”来表述。

## 原子能机构安全标准的适用

原子能机构成员国中安全标准的使用者是监管机构和其他相关国家当局。共同发起组织及设计、建造和运行核设施的许多组织以及涉及利用辐射源和放射源的组织也使用原子能机构安全标准。

原子能机构安全标准在相关情况下适用于为和平目的利用的一切现有和新的设施和活动的整个寿期，并适用于为减轻现有辐射危险而采取的防护行动。各国可以将这些安全标准作为制订有关设施和活动的国家法规的参考。

原子能机构《规约》规定这些安全标准在原子能机构实施本身的工作方面对其有约束力，并且在实施由原子能机构援助的工作方面对国家也具有约束力。

原子能机构安全标准还是原子能机构安全评审服务的依据，原子能机构利用这些标准支持开展能力建设，包括编写教程和开设培训班。

国际公约中载有与原子能机构安全标准中所载相类似的要求，从而使其对缔约国有约束力。由国际公约、行业标准和详细的国家要求作为补充的原子能机构安全标准为保护人类和环境奠定了一致的基础。还会出现一些需要在国家一级加以评定的特殊安全问题。例如，有许多原子能机构安全标准特别是那些涉及规划或设计中的安全问题的标准意在主要适用于新设施和新活动。原子能机构安全标准中所规定的要求在一些按照早期标准建造的现有设施中可能没有得到充分满足。对这类设施如何适用安全标准应由各国自己作出决定。

原子能机构安全标准所依据的科学考虑因素为有关安全的决策提供了客观依据，但决策者还须做出明智的判断，并确定如何才能最好地权衡一项行动或活动所带来的好处与其所产生的相关辐射危险和任何其他不利影响。

## 原子能机构安全标准的制定过程

编写和审查安全标准的工作涉及原子能机构秘书处及分别负责应急准备和响应（应急准备和响应标准委员会）（从 2016 年起）、核安全（核安全标准委员会）、辐射安全（辐射安全标准委员会）、放射性废物安全（废物安全标准委员会）和放射性物质安全运输（运输安全标准委员会）的五个安全标准分委员会以及一个负责监督原子能机构安全标准计划的安全标准委员会（安全标准委员会）（见图 2）。

原子能机构所有成员国均可指定专家参加这些安全标准分委员会的工作，并可就标准草案提出意见。安全标准委员会的成员由总干事任命，并包括负责制订国家标准的政府高级官员。

已经为原子能机构安全标准的规划、制订、审查、修订和最终确立过程确定了一套管理系统。该系统阐明了原子能机构的任务；今后适用安全标准、政策和战略的思路以及相应的职责。

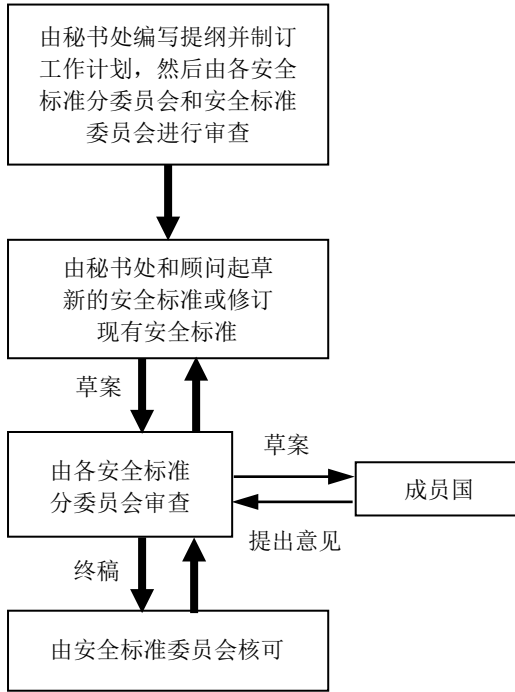


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

## 与其他国际组织的合作关系

在制定原子能机构安全标准的过程中考虑了联合国原子辐射效应科学委员会的结论和国际专家机构特别是国际放射防护委员会的建议。一些标准的制定是在联合国系统的其他机构或其他专门机构的合作下进行的，这些机构包括联合国粮食及农业组织、联合国环境规划署、国际劳工组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织和世界卫生组织。

## 文本的解释

安全相关术语应按照《国际原子能机构安全术语》（见 <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>）中的定义进行解释。否则，则采用具有最新版《简明牛津词典》所赋予之拼写和含义的词语。就“安全导则”而言，英文文本系权威性文本。

原子能机构《安全标准丛书》中每一标准的背景和范畴及其目的、范围和结构均在每一出版物第一章“引言”中加以说明。

在正文中没有适当位置的资料（例如对正文起辅助作用或独立于正文的资料；为支持正文中的陈述而列入的资料；或叙述计算方法、程序或限值和条件的资料）以附录或附件的形式列出。

如列有附录，该附录被视为安全标准的一个不可分割的组成部分。附录中所列资料具有与正文相同的地位，而且原子能机构承认其作者身份。正文中如列有附件和脚注，这些附件和脚注则被用来提供实例或补充资料或解释。附件和脚注不是正文不可分割的组成部分。原子能机构发表的附件资料并不一定以作者身份印发；列于其他作者名下的资料可以安全标准附件的形式列出。必要时将摘录和改编附件中所列外来资料，以使其更具通用性。

# 目 录

<b>1. 导言</b> .....	<b>1</b>
背景 (1.1-1.7).....	1
目的 (1.8).....	3
范围 (1.9-1.10).....	3
结构 (1.11).....	4
<b>2. 问题评价</b> .....	<b>4</b>
概述 (2.1-2.12).....	4
当前和过去的监管控制程度 (2.13-2.18).....	7
源注册质量 (2.19-2.24).....	9
源的当前使用情况 (2.25-2.29).....	10
前军事场址 (2.30).....	11
在应用监管控制实施之前使用的源 (2.31-2.35).....	11
源的进出口 (2.36-2.41).....	13
非法贩运 (2.42-2.47).....	14
贸易伙伴 (2.48-2.50).....	15
金属回收 (2.51-2.57).....	16
废弃源 (2.58-2.63).....	17
已知的源丢失招领 (2.64-2.67).....	19
事件 (2.68-2.70).....	20
冲突地点和自然灾害地点 (2.71-2.73).....	20
源的安保 (2.74-2.76).....	21
<b>3. 制定国家战略</b> .....	<b>21</b>
概述 (3.1-3.2).....	21
解决方案的制定 (3.3-3.7).....	22
行动优化 (3.8-3.15).....	23
<b>4. 国家战略的执行情况</b> .....	<b>24</b>
概述 (4.1).....	24
决定启动 (4.2).....	24
执行行动计划 (4.3-4.4).....	25

评价行动计划的有效性并修订 (4.5-4.6).....	25
附录 I 国家战略文件的格式和内容.....	27
附录 II 源搜寻.....	29
参考文献.....	45
附件 I 对放射源失去控制的原因.....	51
附件 II 使用原子能机构特派团识别的共性问题和可能解决方案 辅助制定国家战略.....	77
参与起草和审订人员.....	83
国际原子能机构安全标准核可机构.....	85



# 1. 导言

## 背景

1.1. 放射源技术在世界各地诸多实践中得到应用。放射源用于农业、工业、医药、采矿、研究和教育，并带来许多好处。这些技术使用放射源的安全记录表明放射源技术的应用总体安全是良好的。然而，有时由于缺乏适当的监管或规避现有监管，导致无看管源或易受攻击源，造成严重的放射性事故，并对环境、社会和经济造成有害的影响[1—6]。

1.2. 无看管源是不受监管的放射源，因为它从未受过监管，或者因为它被遗弃、丢失、放错地方、被盗或未经适当授权而以其他方式转移。易受攻击源是指监管不足以保证长期安全和保障的放射源，因此它们很容易被未经授权的人获得[7]。涉及该源的一系列事故引起了国际关注，2001年9月11日的袭击进一步引起了人们对该类源可能被获取并用于恶意目的的关注。这些关切促使许多国家处理与监管放射源有关的问题，并促使原子能机构启动源安全和安保工作规划。这些工作的进展可从原子能机构关于这一问题的一系列国际会议的会议记录中看出[8—11]。

1.3. “安全基本原则”出版物《基本安全原则》[12]确立了基本安全目标和十项基本安全原则。“保护人类和环境免受电离辐射的有害影响”这一基本安全目标适用于所有引起辐射危险的情况<sup>1</sup>。原则7规定：“必须保护当前和今后的人类和环境免于辐射危险”。《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(BSS[13] (修订中))和“安全要求”出版物《政府、法律和监管

---

<sup>1</sup> “辐射危险”一词在一般意义上是指：

- 辐射对健康的有害影响（包括发生这种影响的可能性）；
- 可能直接因下列原因而产生的任何其他与安全有关的危害（包括对环境中的生态系统的危害）：
  - 辐射照射；
  - 放射性物质（包括放射性废物）的存在或其释放到环境中；
  - 失去对核反应堆堆芯、核链式反应、放射源或任何其他辐射源的控制。

安全框架》[14]规定了旨在保护人类和环境免于电离辐射有害影响的要求，这些要求与建立和维持对放射源的控制有关。特别是：

- 参考文献[14]要求 9 中要求各国建立“防护行动系统减少与不受管控的放射源有关的不正当辐射危险”。第 2.25 段详细阐述了这一要求：“如果因事故、实践中断或对放射源或天然源的控制不充分导致产生了不可接受的辐射危险，政府必须指定有关组织负责为保护工作人员、公众和环境作出必要的安排[6]。采取防护行动的组织必须能够获得履行其职能所需的资源。”
- 参考文献[13]第 2.11 段要求“对全部密封源、非密封源或辐射发生器负责的法人应以注册或许可证的形式向管理当局申请授权，除非该源得到豁免。”
- 参考文献[13]第 2.34 段在某种程度上要求“应保持源的安保状态，以防止盗窃或损坏，并防止任何未经授权的法人采取标准实施中一般义务规定的任何行动（见参考文献[13]第 2.7—2.9 段），确保：  
“（a）在未遵守注册或许可证中规定的所有相关要求，未立即向监管当局和适当的有关主办机构通报任何已解除控制、遗失、被盗或失踪源的信息，不得放弃对源的控制；  
“（b）除非接收方拥有有效的授权，否则不得转让源”。
- 参考文献[13]第 3.10 段指出“有关干预组织应制定一项或多项总体计划，以协调和实施必要的行动，支持注册人和许可证持有者应急计划下的防护行动，以及可能需要迅速干预的其他情况。这包括涉及非法带入该国的源、装有源的卫星坠落或跨越国界的事中释放的放射性物质等情况。”

1.4. 《放射源安全和安保行为守则》（《行为守则》）[15]是一项自愿承诺，旨在帮助国家当局确保在适当的放射安全和安保框架内使用放射源，其中规定了实现和维持针对可能构成重大危险的放射源高度安全和安保的措施。参考文献[15]基本原则 7 规定：“每个国家都应为保护个人、社会和环境采取必要的恰当措施，以确保：……（a）在其领土内或在其管辖或控制下的放射源在其使用寿命期间和使用寿命结束时得到安全管理和安保防护。”参考文献[15]基本原则 8 规定：“每个国家都应建立有效的国家法律和监管制度，以控制放射源的管理和保护。该制度应该：……（b）尽量减少失去控制的可能性；（c）包括获得或重新获得对无看管源控制的国家战略”。

1.5. 本“安全导则”就制定国家战略以恢复对无看管源的控制和改善对易受攻击源的控制的方法提出了建议。一项适合国情的完善战略将使资源得到最佳利用,以确保首先恢复对最危险源的控制。假定政府将把制定和执行本“安全导则”所述活动的责任分配给适当的一个或多个机构,例如监管机构、技术支助组织、政府各部、机构或其他负责具体领域(例如健康、环境、工业、金属回收、矿山和农业)的机构、区域或地方当局、执法机构、包括海关和边境当局、情报组织、以及科研院所。假定为确保恰当执行战略所指派的一个或多个机构将视需要与其他有关组织协调和联络。

1.6. 本“安全导则”以原子能机构安全标准和原子能机构关于监管框架、应急响应、安保、非法贩运和边境监测以及废弃源管理的相关出版物为补充[14、18、22、25、29、42—44、48]。虽然本“安全导则”的重点是制定和执行补救行动的国家战略,但也期望通过制定该项战略识别国家对源控制方面的现有薄弱环节,并强调进一步防止源成为无看管源的措施。

1.7. 本“安全导则”使用的术语含义同原子能机构《安全术语》[7]中对同一术语的解释。

## 目的

1.8. 本“安全导则”的目的是提供一种方法,用以制定恢复对无看管源控制与改进对易受攻击源控制的国家战略,以满足原子能机构相关安全标准[13、14]中规定的安全要求。本“安全导则”就如何系统地评定国家状况,和随之如何制定和执行国家优先战略提供了建议和指导,以便实现这些目标。

## 范围

1.9. 本“安全导则”介绍了各国政府和政府机构应采取的行动,以制定恢复对无看管源控制与改进对易受攻击源控制的国家战略。本“安全导则”建议按照源的类别采用分级方法[16]。

1.10. 《核材料实物保护公约》[17]所界定的核材料不属于本“安全导则”的范围,但含有钷-239的放射源除外。同样,用于军事用途的放射源不在本

“安全导则”的范围内。然而，以前用于军事用途但可能已被遗弃的放射源在本“安全导则”的范围内。

## 结构

1.11. 制定国家战略方法的三个主要阶段分别在单独的各部分中论述。第 2 部分就评定过程给出了建议。这包括决定战略的范围、收集必要的信息以及确定问题的性质和严重程度；第 3 部分就制定战略给出建议，包括解决方案措施的确认和优化；第 4 部分给出了关于执行战略的建议，其中包括：获得必要的承诺和资源，执行解决方案，然后评价战略的影响。附录 I 举例说明了国家战略行动计划的格式和内容；附录 II 提供了关于搜寻源的更多信息。附件 I 提供了多个成员国对放射源失去控制进行原因分析的例子；附件 II 概述了在放射源控制方面发现的一些共同问题和解决方案。

## 2. 问题评价

### 概述

2.1. 恢复对无看管源控制与改进对易受攻击源控制，在制定其国家战略的评定阶段，应采取以下步骤：

- 确定战略范围；
- 收集关于放射源过去和当前监管控制程度所有方面的具体资料；
- 查明问题和潜在问题（差距分析）。

第 2.2 至 2.12 段详述了这三点。随后就关于若干关键领域中的每一部分，如何系统地收集信息和评价信息提出了建议。

2.2. 当一个国家的情况发生变化，评定将会反复进行，在某种程度上，评定将是持续的。在处理需要紧急行动的已查明的危害和根据经验修改评定方面某些决策将会是评定的必要部分，特别是在决定评定范围时。然而，评定的主要功能是收集有关当前状态数据，以便对这些数据进行评定，并提出改进建议。

## 确定范围

2.3. 应建立评定范围，以便确定随后数据收集的重点。在大多数情况下，应至少将重点放在那些如果不受控制就能够造成严重的、确定性的人员健康效应的源上。根据《放射源的分类》[16]安全导则，这类源属于 I、II 和 III 类，其中包括可根据其总活度比分类的多个较小源集合体。然而，这并不是唯一可能的侧重选择。初步国家战略的范围可侧重于以下一个或多个方面：

- 某一特定类型的源或源的使用情况（例如，放射源的移动使用，包括工业放射性成像源；这可能被认为是适当的，因为与失去对该源控制有关的事故频繁发生）；
- 已查明问题的某一特定工业部门（例如废弃金属收集和回收，由于事件频繁发生以及与无意熔化源有关的高昂经济和社会成本，这可能被认为是适当的）；
- 某一特定地理区域或地区（因为该区域的国家重要性或因为过去该区域用于监管控制的资源较少）；
- 放射源监管的一个特别方面，例如放射源的进出口；
- 在建立国家监管制度之前使用的源；
- 易受经济衰退和其他市场因素影响的工业部门，这些因素可能导致突然停止使用某一特定类型源；
- 对国民经济至关重要的使用部门。

此外，根据国家机构所提供的信息进行威胁评定可能表明，某些类型的放射源可能是易受攻击的，需要在国家战略层次下注意。

2.4. 评定范围可能会随着国家战略制定过程中的每一次重复而发生变化。虽然适当的重点可能是不言而喻的，但在某些情况下应进行仔细的分析，也许是一些初步数据收集，以确定适当的重点。无论侧重何种选择，都应适当地记录范围划分和基本推理。

2.5. 确定适用范围的重要性怎么强调也不为过。应当对制定和执行国家战略的可利用资源进行真实的评价，因为这对确保其努力是成功的来说是至关重要的。一些国家也许能够为制定一项全面的国家战略作出重大努力。然而，许多国家可能只有数量有限的受过适当培训的工作人员可以从其正常活动中调离。在这种情况下，应将可利用的资源用于制定侧重于具体问题

的初步国家战略，并根据过去和当前的情况确定优先行动。这些国家应在较长时间内反复进行评价，因为现有行动项目完成后，导致状态发生变化，国家战略需要更新。每次评定都应以先前评定中所做的工作为基础。

2.6. 一旦确定了评定的范围，就应拟订一项工作方案，明确规定各项任务的责任和时间表。

### 收集具体的国家信息

2.7. 作为评定的一部分，应收集已知存在于该国和可能存在于该国的源数据。除非有信息说明国内可能存在哪些源，否则无法表征是来自无看管源或易受攻击源的风险。与无看管源有关的风险特征，应包括评定无看管源存在的可能性和该源可能造成的潜在后果。评定过程还应说明是否为易受攻击源，虽然当前处于控制状态下，但今后可能会成为无看管源；以及还应说明是否可能从另一国向该国引入无看管源。

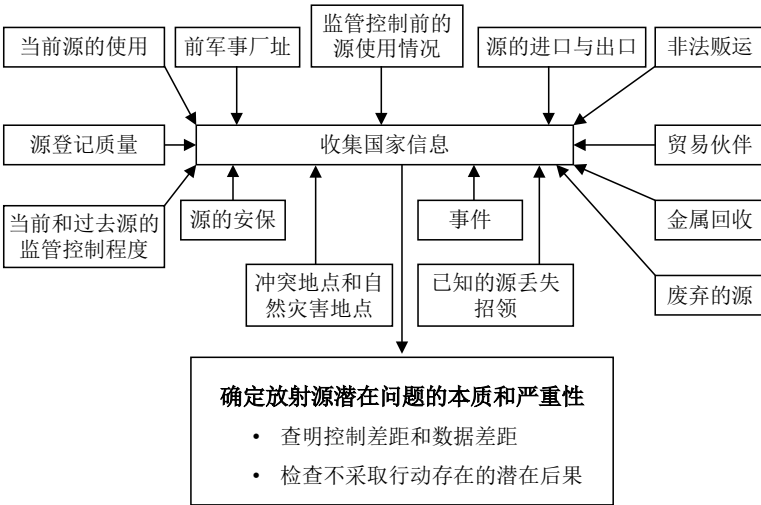


图 1. 问题评价。

2.8. 收集信息应着重如下三个主要方面：

- 需要什么信息？
- 从哪里可以获得该信息？
- 如何收集？

本“安全导则”第2部分的主要目的是为需要什么信息提供建议。对可能的源信息（地点）和搜寻源大背景下的搜寻方法（方式），附录II提供了指导。

图1显示了信息收集和评价阶段的重要输入数据，本“安全导则”第2部分按顺序介绍了每个输入数据。

## 识别问题和潜在问题

2.9. 在进行数据收集时应查明问题和潜在问题。随着问题的提出和回答，信息差距或问题所在将变得很明显。

2.10. 应通过比较实际情况和理想情况来评定与放射源监管有关问题的性质和严重性。理想情况可以表征为完全和彻底地符合有关国家法律法规以及国际标准和指导[12—14、18—25]。《源安全和安保行为守则》[15]及其《放射源进出口补充导则》[26]在这方面特别有用，因为它们提供了放射源特有的基本原则和标准。

2.11. 作为评价过程的一部分，应决定查明的偏离标准项是否需要立即采取行动。应根据问题的潜在后果制定该决定的规范。这将主要取决于所涉源的类别。例如，在某个城市丢失某个特定的I、II或III类源，需要立即采取行动。另一方面，未能将某一特定工厂存在的所有固定仪表列入国家注册册，将需要进行一些纠正；然而，由于它不可能导致直接的危害状态，因此它是个较低的优先次序。

2.12. 被指派制定国家战略的个人们应知道如何处理一国境内的放射源控制，它们应具有足够的经验，优先处理发现的差异和问题。如果一国境内没有这类专家，应请求派出同行评审团，以便获得援助。

## 当前和过去的监管控制程度

2.13. 在评定国家情况时，应首先评审放射源当前和过去的监管控制程度。参考文献[14]规定了在有效监管基础设施方面的要求，其中包括：法律和监管；有权授权和检查被监管的活动，并执行法律和法规的监管机构；以及充足的资源和足够数量的训练有素的人员。有关监管基础设施，参考文献[13]建立了进一步要求，《行为守则》[15]提供了指导。

2.14. 在分析监管基础设施时，应将重点放在监管基础设施中对源的失控概率有直接影响的要素上，特别是高风险类别中的要素。这些要素的部分清单包括源的许可、检查、进口、出口、拥有、使用和处置。

2.15. 在建设当前监管基础设施之前，许多国家就已经使用了放射源。此外，监管基础设施经常发生变化。因此，源的失控概率不仅取决于其历史使用情况，而且还取决于过去监管基础设施的状况。

2.16. 应评审授权质量和库存所在地，以及过去检查的频率和质量，因为这些将表明当时对源监管控制的信任度。

2.17. 评审过去的监管控制可能很困难，因为缺乏当代文献，也难以找到人能够协助说明以前的程序和优先事项。历史评审应试图查找当时已知的源库存和使用情况，但该信息可能难以确定。应利用历史评审来强调实际和可能的源失控情景以及可能的原因。对现有基础设施的评审将使人们了解对现存源安全和安保的可信度，并可能突出需要进一步关注和修改的地方。

2.18. 与管控缺陷有关的典型问题或议题如下：

- 缺乏放射源管控的适当法律和法规；
- 监管机构在开展活动方面缺乏有效的独立性；
- 监管机构资源不足，训练有素的人员不足；
- 放射源的核准、许可证发放或注册程序不充分；
- 国家的源注册不存在、不完整或维护不善（见第 2.19—2.24 段）；
- 对政府拥有的放射源没有具体的授权或许可证；
- 检查、执行和后续行动不足；
- 缺乏制裁和威慑措施；
- 许可费结构鼓励用户采取不受欢迎的行为，例如，对仅拥有废弃源的用户收取高额许可费，可能导致个人不要求对这些源进行授权；
- 根据地理区域、政治区域或使用情况，而不是根据源的类别，确定源的优先次序。



## 源注册质量

2.19. 应仔细评审国家的放射源注册存在情况及注册质量，因为这将是一个主要指标，表明涉及的无看管源或易受攻击源是否可能预期存在问题。如果源注册不存在或似乎不完整，则在随后制定的国家战略中应高度优先重视建立和完成源注册。应搜寻下列关于源的信息，以协助建立或完成源注册：

- 用户或其他可能存储源的人建立的源库存记录；
- 源制造商、分销商和服务提供商的记录；
- 运输或船运公司的记录，包括海关申报单；
- 可能因任何原因视察过某特定设施的任何当局的视察报告；
- 事件报告和通知；
- 许可证记录，包括通知和原始授权请求。

2.20. 除了查找现存记录中包含的信息外，还有其他收集源注册数据的方法。附录 II 详细讨论了其中几个问题。

2.21. 即使国家的源注册存在，也很可能不完整，这可能意味着该国存在无看管源。因此，应严格评审现存的源注册，以核实其质量、合理性和内部一致性。本评价中应考虑的问题包括：

- 注册是否反映了国内所有可能或已知的工业医疗活动中，使用的所有类型的源？
- 所查明的放射性核素和活度是否适合于源的应用？（参考文献[16]附录 I 表 2 提供了各种应用中使用的典型活动范围，可能对本评审有所帮助。）
- 某特定实践参与的所有可能的公司或用户，是否都包括在注册内？

2.22. 在建立源的国家注册或评定注册的完整性或准确性时，应优先确保对危险源（I、II 和 III 类源）实行控制，尽管人们认识到资源往往有限。较低类别的源应在较高活度源得到控制后处理。但是，当与任何危险源有关时，如果在其数据之中，有关较低类别的源被发现或者可利用，则应将这些数据同时记录在源注册册中。《行为守则》[15]还在这方面提供了指导：“每

个国家都应对放射源建立国家注册。该注册应至少包括本守则附件 1 所述的 I 类和 II 类源”（基本原则 11）。

2.23. 对于注册中的每个源，至少应记录以下信息：

- 被授权拥有源和相关设备的营运单位，包括联系信息；
- 源和相关设备的授权使用；
- 源的唯一标识（制造商、型号、序列号和制造日期）；
- 相关设备的唯一标识（制造商、型号和序列号）；
- 源和/或相关设备的位置（安装位置或授权使用位置）；
- 放射性核素、源活度和活度测量日期；
- 源的类别；
- 放射性物质（物理和化学）的形态，包括其特殊形态（见参考文献[19]）；
- 源的接受地或转送地的记录；
- 源和/或相关设备列入注册册的日期；
- 源的处置计划，包括在适用情况下将其退回供应商或转移到废物设施的计划日期。

2.24. 应使用数据库软件而不是电子表格或文字处理程序来编制和维护放射源注册，以便能够搜寻和分类数据并编制报告。商业上有一些可利用的程序来维护放射性物质的库存（注册）；也可使用原子能机构开发的监管当局信息系统（RAIS）[27]，其中包括一个用于开发和维护源注册的模块。

## 源的当前使用情况

2.25. 应收集关于国家和使用放射源的组织当前使用放射源的详细信息。这对于建立、维持源国家注册和查明可能的无看管源或易受攻击源至关重要。

2.26. 根据源的使用情况收集源数据的基本过程包括以下步骤：

- 了解目前普遍存在的各种源应用（参考文献[16]附录 I 表 2 提供了使用放射源的实例）；

- 确定这些应用或行业中哪些可能在国内使用；
- 确定其中哪些属于评定范围（根据第 2.3—2.6 段中提出的建议作出决定）；
- 收集容易获得的用户数据（即开展管理搜寻，详见附录 II）。

2.27. 这种搜寻将有助于确定是否存在无看管源，或无看管源可能存在是否具有某种可能性。这种搜寻结果还可以表明有必要进行更深入的管理搜寻和/或实际搜寻。

2.28. 为了收集数据，可借助附件 I 所提供的资料进行这种管理搜寻。在附件 I 中，按所使用的源类别列出了典型的应用或实践，首先是使用第 1 类源的实践。还介绍了专注数据收集工作的有关行业，以及在评审每种使用放射源实践时，应考虑失控有关的注意事项。

2.29. 在某些情况下，例如在辐照设施方面，执行评定的人能够高度自信地得出结论，无看管源要么存在，要么不存在。在许多其他情况下，执行评定的人将会确定源可能正在使用或可能已经被使用，但如果不作进一步的详细搜寻，它们无法得出确定的结论。在极少数情况下，评定发现的潜在风险，可能判定立即开展源的具体搜寻活动。然而，一般而言，评定的数据收集阶段应只涉及足够的细节，以确定某一类型的无看管源是否可能存在。如果确定某一类型的无看管源可能存在，则应进一步进行更详细的调查，作为国家战略行动计划的一部分。

## 前军事场址

2.30. 虽然《行为守则》[15]和本“安全导则”明确将放射源的军事用途排除在外，但这一部门内的源往往因被废弃而成为或已经成为无看管源。因此，应通过实物和管理搜寻对前军事场址进行评定（见附录 II），以确保这些地区没有丢失或废弃的源。如果能够从有关军事当局获得关于使用了哪些源、在何处使用以及最终处置情况的信息，这项任务将变得更加容易。

## 在应用监管控制实施之前使用的源

2.31. 应当进行评定，以确定在国内实行适当的监管控制之前使用了哪些源，以及这些源中是否有任何一个仍未受到监管控制。

2.32. 在许多国家，可能在制定有效的监管要求之前就已经使用了源，而且可能没有得到适当的处置。因此，当那时在场的个人仍健在时，应尽快收集关于放射性物质使用“早期”的信息。被视为早期的情况因国家不同而大不相同，可能从 1920 年代以前到 1990 年代不等。虽然人类的记忆很容易出错，但关于历史情况和潜在存在无看管源的有用信息，仍然可以从最先在放射源应用的各个领域工作的个人（“前辈们”）那里获得。

2.33. 在较发达国家，放射性物质的最早使用通常涉及镭，特别是在医疗和研究应用中。对发展中国家来说，最早的使用更有可能是医疗领域，特别是在使用钴-60 或铯-137 的癌症治疗方面。无论如何，大学和其他研究中心与研究所很可能代表了放射源的一些最早使用者。因此，在实施监管控制前，这些地方是开始调查源使用情况的好地方。一旦确定了早期使用放射源的先驱，就应就以下内容与它们面谈：

- 它们使用源的类型和数量，以及它们的典型活动；
- 如何获得源以及从谁那里获得；
- 源的用途；
- 涉及源任何事件的详细情况；
- 存储源的地方；
- 如何处理源；
- 他们的同事和/或学生是谁；
- 制定了哪些法律、法规或规则，以及这些规则是何时制定的。

2.34. 第 2.33 段中列并不是详尽无遗的，但它指出了在评价潜在无看管源存在方面可能有用的问题类型。在这种面谈过程中提供的信息，应在任何可能的情况下，由其他源信息核实，但作为制定国家战略的一部分，应进一步调查表明是否可能存在更高类别的无看管源。

2.35. 其他可能拥有相关信息的个人是那些参与制定和执行法规的人。在这方面，人们认识到，监管控制及其应用将随着时间的推移而演变。一个可能的源信息，可能导致发现放射性废物贮存库记录的、在很久之前失去监控的无看管源。如果有可利用的这类记录，应评审这些记录，以了解源或源来自哪些组织的原始拥有者的信息。这类信息应用于进一步提供关于当前拥有放射源的信息，并可表明是否存在无看管源。

## 源的进出口

2.36. 应评定放射源进出口方面的国家实践。经验表明，未能有效控制放射源的进出口可能是造成源成为无看管源的一个主要因素。大多数国家进口了一系列放射源或含有放射源的装置，但只有少数国家出口新的放射源或装置。

2.37. 许多国家对《放射源安全和安保行为守则》[15]及其《放射源进出口补充导则》[26]作出了政治承诺。无论是否作出了政治承诺，所有国家都应努力遵守“守则”的原则并执行“标准”。然而，人们认识到，大多数国家需要时间才能完全遵守。因此，应将评审当前和过去进出口实践的状况，作为评定国家情况的一个重要部分。特别是，应当对进口源临时用于非破坏性测试或测井的大型跨国公司提出质疑，因为过去曾出现过不通知国家当局进口此类源的问题。

2.38. 收集关于出口新放射源或装置的信息一般相对容易。仅有少数几个国家是主要的源出口国。如果该国没有放射性物质制造能力，那么源的唯一出口，很可能是将国内暂时使用的进口源或废弃源，再出口到供应商或原产国。

2.39. 为了确定有关放射源进口的情况，首先应从海关当局和放射源的已知用户收集数据。源的制造商和供应商也可能有关于它们所分销源的信息。虽然许多国家对进口的预先核准和许可证颁发制定了管理要求，但这些要求有时不能得到满足或被执行。

2.40. 过去，在海关仓库中的放射源已成为无看管源。因此，应仔细评审进口的海关程序。由于各种原因，放射源可能仍无人向海关申领，其中包括：

- 与海关进口报关单不符；
- 涉嫌非法贩运放射性物质；
- 无法与收货人联系；
- 由于停业、破产或由于源衰变到无商业价值程度而废弃源；
- 接受方缺乏支付所欠进口税的意愿或能力；
- 接受方缺乏支付管理和处置废弃源的意愿或能力。

2.41. 参考文献[19]制定了对含有放射性物质的包装物，贴标签的国际要求。如果包裹标签没有明确标明包裹含有放射性物质，那么可能无人认领的源通过海关当局随后进行的拍卖可能进入公共领域。

## 非法贩运

2.42. 非法贩运放射性物质事件和其他事件的发生，如扣押被贩运的放射性物质、偷窃或丢失源、擅自移动或处置源或恢复放射源，都是监管控制和安保系统薄弱和易受攻击的表现。收集和评定关于这类事件的信息可以提供宝贵的指示，表明哪些源可能有成为无看管源的风险，这些源可能位于何处，哪些源或设施不受监管控制，还可以表明法律和监管框架中的一般性问题。还应收集关于邻国和更远地区的非法贩运和其他未经授权行为的信息。

2.43. 原子能机构的非法贩运数据库（ITDB）是一个信息系统，用于收集和传播关于非法贩运事件和其他事件的信息，如偷窃和丢失放射性物质、擅自移动和处置放射性物质以及追回放射性物质[28]。非法贩运数据库的独特之处在于，属于其范围内的事件信息是由各国自己提供的。关于这类事件事件还可从开放源收集，有关国家对其进行核查或以其他方式进行搜寻。参加非法贩运数据库的每个国家都指定一个国家联络点，该联络点可获得非法贩运数据库的信息，因此将成为评定阶段的有用资源。参加非法贩运数据库是自愿的，但非成员的国家应考虑加入，成为恢复控制无看管源和改善控制易受攻击源的国家战略的一部分。

2.44. 从信息技术数据库中贮存的详细数据中可以确定的一个重要因素是，大部分重要的核材料回收都是通过收集和分析情报信息进行的。这表明有关执法机构、海关当局和情报机构参与放射源信息收集的重要性。在评定阶段应征求国际和国家执法机构、海关当局和情报机构的意见，因为它们可能能够根据国内情报资源和更广泛的网络收集到的信息，提供最新相关信息。

2.45. 作为准备制定国家战略的一部分，应考虑或收集以下信息：

- 邻国的数目和性质以及与它们的政治关系；
- 邻国放射源监管控制的质量；

- 邻国边境性质；即边境是否开放，或进入邻国是否受到自然障碍或由于政治局势的限制？
- 经陆路、空运或水路出入境的各港口的数量和类型；
- 国境和其他有关地点的辐射探测能力；
- 估计更多边境监测设备的安装容易程度；
- 通过执法、情报行动或现有边境监测发现的非法贩运事件记录。

2.46. 监管机构、执法机构、情报组织、海关当局、边防卫队和国家入境口岸的其他当局之间应建立合作关系。这些组织之间必须在各自的专业知识领域进行有效的交流和相互协助，以便适当评定国内非法贩运的程度。

2.47. 在收集和评定关于非法贩运放射源的信息方面可能出现的典型问题如下：

- 各有关组织之间没有就打击国内非法贩运的统一办法进行沟通；
- 没有向有关执法机构提供或由有关执法机构提供有关非法贩运事件的信息；
- 没有评定非法贩运在该国是否是一个问题；
- 有证据表明该国有大量的非法贩运活动；
- 可能接触非法贩运的放射性物质的人员，没有接受过放射性物质探测和识别方面的培训，和（或）没有适当的辐射探测器；
- 向海关和边境当局或执法机构提供技术支持的各组织之间没有合作或协议；
- 缺乏边境监测，即使在有明显正当理由的情况下也是如此；
- 现有的边境监测设备无法运作、效率低下或不足。

## 贸易伙伴

2.48. 应评定进口材料含有无看管源的可能性。如果放射源失去监管控制，那么源本身就有可能与其他商品混在一起，或这些商品可能受到污染。受污染的商品通常比无看管源本身带来的健康风险小得多。然而，受污染商品的存在可能是缺乏监管控制的一个重要指标。

2.49. 如果有的话，很少有国家有资源对进出该国的所有货物进行有效的抽样或监测。因此，应在国家战略的制定阶段作出决定，将资源集中于最有可能含有源或受到污染的商品流，并监测那些可能构成最大风险的物品。通常，资源应集中于金属回收行业的进口，就像过去在该部门发生的事件一样。应评定这些货物（以及可能被查明为有关的其他货物）的流动情况，以确定贸易是否限于数量有限的港口，从而限制可能需要考虑监测方案的地点。关于建立监测安排的决定是复杂的；然而，附录 II 和参考文献[29]提供了指导。

2.50. 在制定国家战略时，应评定进口中存在天然放射性核素的可能性，因为这些核素将代表了边境监测系统探测到的一些最常见的放射性核素。含有天然放射性核素的材料可能来自加工矿物的工业，如氟碳铈矿、铝土矿、萤石、钛铁矿、独居石、磷酸盐、烧绿石、锆石砂、石油和天然气。根据原材料和加工程度的不同，浓度可能会有很大差异。使用含有天然放射性核素的材料可能造成慢性危害，应在监管框架内加以处理，但通常不会造成急性危害。

## 金属回收

2.51. 在过去，已存在含有无看管源的废弃金属在回收的不同阶段造成了严重的健康和经济后果。因此，废弃金属回收应作为特例处理，并应收集国内关于该行业的性质和规模信息[30—33]。

2.52. 如果使用放射源的设施退役、拆除或拆毁，则有可能在退役、拆除或拆毁之前没有清除源。例如，工业工厂中的测量装置仍然可能连接到被作为废弃金属回收而移除的管道上。此外，还有可能将来自源屏蔽体的铅、钨或贫化铀送去回收利用，而源仍包含在屏蔽体内。由于废弃金属可运往世界各地进行回收利用，因此可能会出现源与废弃金属一起运输和进口。

2.53. 如果在将放射源与废弃金属一起切碎或熔化之前未发现放射源，则放射性物质释放可能导致环境污染、工厂严重污染和去污活动带来的巨大费用（见参考文献[30]附件 I）。

2.54. 如果在熔化之前或熔化过程中未探测到源，则可能被汽化或稀释，融入到新的金属锭或炉渣中。如果仍未探测到，放射性物质将成为最终产品或



废物的一部分。受污染的金属或金属产品本身可能被运输或进口。受污染金属产品的剂量率一般较低，短期内不构成重大问题。然而，如果将受污染的钢掺入人们可以长期靠近的物品中，如椅子、桌子或建筑结构中的钢筋[34—36]，累积剂量能变得很大。

2.55. 应收集有关废弃金属交易商和其他参与金属回收行业的人的信息。应使参与金属回收的废弃金属交易商和行业代表了解无看管源构成的风险。此外，还应考虑在国家战略中列入关于监测废弃金属是否受到污染和是否存在放射源的规定。在执行这些规定之前，应制定验收标准和其他行动水平。

2.56. 应收集有关金属回收的信息包括：

- 国家金属加工公司及其供应商的名称和地点，尽可能合理地一直到供应链的下游；
- 这些公司是否有固定或移动的辐射探测器；
- 这些公司的工作人员对潜在危害、辐射警告标志以及典型源和源防护罩的视觉外观的认识水平；
- 是否有安排处理在废弃金属中发现的源；
- 哪些公司（如果有的话）正在进口或出口废弃金属。

2.57. 在整个金属回收过程各阶段，使用辐射探测器几乎总是正当合理的。还应规定如何处理已发现的源。参与金属回收工业的人员，应接受有关辐射警告标志和它们可能遇到典型源与源屏蔽的视觉外观方面的培训。原子能机构编制了一套在这方面可能有用的信息工具[37]。关于处理金属回收和生产工业中的无看管源，其进一步建议见参考文献[38]。

## 废弃源

2.58. 废弃源是最大的潜在无看管源库，因此应特别注意评定问题的规模。从历史上看，许多涉及无看管源的事故，都是因为不再使用源最终被遗忘而发生的，几年后便失去控制。因此，应设法查明国内所有废弃源，并确保对其进行适当处理。

2.59. 应收集每个营运单位库存或源国家注册中至少所有 I、II 和 III 类源的状况信息，以便评定这些源是否被废弃。一般而言，这将涉及询问源被许可人或所有者的使用频率。评审存储源的规定也将提供证据，证明某源是否正在实际使用，以及贮存是否安全。

2.60. 附录 II 提供了关于进行搜寻的指导意见，以便收集任何库存或源国家注册中未列出的废弃源的信息。

2.61. 应鼓励营运单位保持对源有用寿命可能结束的认识和预测。这将使它们能够为处置源提供适当的管理和预算经费，并将减少用户设施延长贮存废弃源的可能性。每种源应监测以下方面：

- 建议的工作年限；
- 遵守特殊形态放射性物质的核准证书，这可能影响营运单位在源使用期限结束时转让源的能力[19]；
- 有效的经授权的运输包装，特别是在需要特定包装来运输源的情况下[19]；
- 泄漏测试结果。

2.62. 应鼓励营运单位通过各种手段，如提高许可证费用或监管要求，将废弃源退回制造商，或将其运往处置设施、中央贮存设施或其他授权接受方，以确保其持续控制。在一些国家，源的进口取决于其使用寿命结束时的再出口，或进口源的任务完成时的再出口。在另一些国家，只有在已经指定和计划了源的处置路径的情况下，才会授予许可证。在一些国家，需要对源进行例行重新授权，并收取适当费用；这有助于鼓励用户决定是否仍然真正需要这些源。回收无看管源的区域和国家运动大大减少了可利用的废弃源的数量[39]。

2.63. 人们经常发现，废弃源有：

- 存储不足（这不仅适用于以前使用者拥有的废弃源，也适用于政府机构控制下的废弃源，回收的无看管源或从非法贩运者手中没收的源也可能存储不足）；
- 安保不善，比较容易被盗；
- 没有足够经常地加以说明，造成一段时间内未被发现丢失的源；

- 未宣布废弃，即使这些源已有几年未被使用（这意味着这些源不受废弃源的监管要求约束，也未考虑处置）；
- 特别是当工作人员因退休、工作变动或其他原因而离职时，它们可能会被遗忘；
- 无法处置，因为没有这样做的途径、方法、机制或动机。

## 已知的源丢失招领

2.64. 应收集以前放射源丢失招领的信息，有助于量化无看管源的问题程度。该领域的最大努力应致力于 I、II 和 III 类源。来自其他国家源丢失招领的数据也有助于查明可能出现问题的领域。

2.65. 虽然历史记录可能不完整，但应建立一个系统，确保今后收集和保留关于源丢失招领的所有数据。一些国家维护数据库（例如，美国核管制委员会维护的核材料事件数据库[40]），国际组织也维护其他形式的数据库和记录[28、29、41]。这些源资料所载的数据有限，报告严重不足，不太可能及时进行定量评定。然而，当与参考文献[16]中的信息一起使用时，可对高、中、低风险的源进行定性评定。

2.66. 缺乏关于源丢失招领数据可能是一个积极指标，也可能是一个消极指标。从积极的方面来说，这可能意味着对放射源的控制是如此良好，以至于在该国没有放射源的丢失招领；从消极的方面来说，这可能意味着没有任何机制或鼓励来报告源的丢失招领情况，或是没人知道源丢失。

2.67. 典型问题包括以下：

- 不保存任何放射源丢失招领的数据；
- 没有试图寻找丢失源或其失主；
- 已找到其中几个源，表明其他源仍然丢失；
- 有证据表明源被引入该国，但不知道它们当前的下落；
- 缺乏积极搜寻源的日常工作；
- 没有规定向有关政府机构通报丢失、遗失和发现源的要求。

## 事件

2.68. 虽然从评审过去的事件，包括涉及放射源的事故，可以学到很多东西，但在制定国家战略时，应把重点放在所涉源如何成为无看管源上。

2.69. 在评审涉及放射源事件时应考虑以下步骤：

- 应列出过去涉及放射源的事件清单；
- 如果某一事件涉及获得适当许可或授权的源，那么，虽然可能需要吸取辐射安全或监管方面的经验教训，但这些经验教训不大可能有助于寻找无看管源；因此，应选择涉及无看管源或易受攻击源的事件，并将工作重点放在这些事件上；
- 应确定放射源从监管控制中丢失（成为无看管）的过程，并应分析事件的先后顺序，以确定主要原因；
- 如果发生了多起涉及无看管源事件，应确定是否有共同点；
- 应评审现有记录和数据，以确定是否其他源可能已经遵循了，导致它们成为无看管的类似缺陷程序，但尚未导致事件；
- 在适当情况下，应通过面谈或实地访问后对信息进行评审，以确定或否定其他源的存在。

2.70. 显然，评审涉及放射源事件与评审废弃源和已知丢失招领源有很大的潜在重叠；然而，它将为调查提供一个截然不同的起点。

## 冲突地点和自然灾害地点

2.71. 武装冲突和水灾、飓风和地震等自然灾害，造成的社会动荡可导致对源的正常监管控制机制被取消或严重退化。因此，在这种破坏性事件发生后，应尽快评定潜在的新无看管源和易受攻击源。

2.72. 这些事件之后应提出的问题包括：

- 以前在该地区有哪些源，这些源的位置在哪里？
- 使用和存储源的设施所受损害的程度如何？
- 战争附带损害，例如废弃医院的远程治疗装置受损，是否会导致易受攻击源或无看管源产生？

- 对建筑物的破坏是否允许不受控制的通道进入以前的禁区，从而使抢劫或捡拾放射性物质成为可能？
- 有无授权人员废弃含有放射源的设施，或减少对这些人员的监督？
- 正常的监管控制是否受到影响？
- 威胁评定是否表明有个体想非法获取放射源？

2.73. 所有这些类型的事件都需要在国家战略中列入对放射源的管理和实物搜寻（见附录 II）。

## 源的安保

2.74. 作为评定的一部分，应评审放射源安保要求的现状和执行情况。

2.75. 从历史上看，除了主要基于安全注意事项外，许多国家在对放射源实施安保措施方面没有具体的监管要求。但是，自 2001 年 9 月 11 日的袭击以来，已经制定了新的放射源安保措施[42]。然而，并非所有国家都执行了这些能反映当前威胁环境的安保措施。

2.76. 源安保领域的潜在问题如下：

- 在安保领域负有责任的所有国家组织之间缺乏协调；
- 缺乏关于源安保的国家法律框架、监管要求或指导；
- 在使用放射源的设施中没有充分执行国家安全和安保要求。

## 3. 制定国家战略

### 概述

3.1. 恢复对无看管源的控制和改进对易受攻击源的控制的国家战略，在制定阶段，应采取以下步骤：

- 列出在评定阶段识别的问题或潜在问题；
- 制定解决每一问题的行动，如果情况复杂，则确定解决问题的第一步；

- 确定这些行动的优先次序，并以适合决策者评审的格式呈报这些行动；
- 确定所涉各机构，并就行动的责任分配达成协议。

3.2. 既然行动计划是一项按优先次序排列的工作计划，因此是一份执行文件，但在编写时应考虑到决策者是其目标用户。这是因为执行行动计划需要承担很多义务，可能还需要额外的国家资源；可能还需要捐助国或国际机构提供更多的资源。

## 解决方案的制定

3.3. 在评定阶段发现的一些问题可能很小或很直接，因此应在制定正式的国家战略评定之前加以处理。有关政府机构应在其正常职权范围内迅速处理小问题。应记录这些小问题及其解决办法，以确保从该过程中汲取经验教训，并收集可能表明存在更系统性问题的数据。

3.4. 同样，构成直接危险的问题应由有关政府机构立即处理。还应记录这些问题和为减轻这些问题而采取的行动。因此，评定、制定和执行阶段之间可能有重复工作。然而，评定阶段的主要部分将涉及识别需要制定国家战略加以解决的问题和事项。

3.5. 一旦完成对目前情况的评定，就应制定一份采取行动的清单，解决所识别的问题。例如，如果该国没有源注册，解决方案是开始建立源注册。附件 II 列举了多国在国家战略行动计划中发现和提出的一些共同问题和可能解决办法的例子。

3.6. 对于某些问题，可能有几种可能的解决方案。例如，如果一个被废弃源处于易受攻击的情况下，就应该使它变得更加安全[42]。这可能包括使其当前贮存更安全、将其转运到更安全的位置或永久处置它。

3.7. 有时很难确定在行动计划中所提出解决办法的详细程度。应根据决策者就国家战略达成协议的进程确定适当的详细程度。因此，应及早确定决策者，并应视其需要调整行动计划详细程度。

## 行动优化

3.8. 制定的行动应按轻重缓急排列。通常会有一长串的问题和可能的解决方案，这些不可能一次全部完成。第 3.9—3.14 段就优化过程中应考虑的因素给出了建议。

### 直接危害程度

3.9. 如果所识别的问题具有直接危害，并有可能导致放射源造成死亡或伤害，则该问题应成为最高优先事项。如第 3.4 段所述，应在制定正式的国家战略之前解决这些问题，但仍应以认真规划的方式处理这些问题。这种情况的一个例子是发现了工业放射源（II 类）的丢失，需要立即采取行动对其查找和保护。

### 潜在危害程度

3.10. 下一个考虑因素应该是潜在危害的程度。如果不迅速处理这些情况，就可能造成直接危害。它们是“等待发生的事故”。一个远程治疗头（I 类）不安全地留在一个地区是该类问题的一个例子。类似的情况是导致死亡或重伤的几起事件的共同前兆。

### 执行解决方案的成本

3.11 执行已识别问题的解决方案的相对成本或容易程度应考虑到行动的优化。不需要额外资源就可以轻而易举地采取的行动应立即执行。例如，如果监管机构根据地理边界（如省份）对源进行检查或授权，则应根据源类别安排工作，从而首先处理 I 类源，或根据国家威胁评定提供的信息安排工作。

3.12. 下表列出了根据成本对解决方案进行的可能排序：

- (1) 现有工作人员可以立即执行的程序变更；
- (2) 需要现有工作人员开展大量工作以制定或执行的程序变更；
- (3) 需要购买新设备或车辆的解决方案；
- (4) 需要雇用更多工作人员的解决方案；
- (5) 需要建造新设施的解决方案，如长期贮存或处置废弃源的设施。

## 执行速度

3.13. 应在优化过程中考虑解决方案的执行速度。某些解决方案可以比其他解决方案更快地实现。例如，要求提供补充资料以修改许可证申请表的行为比修改法律或法规的行动要快得多。

3.14. 最初，应分配资源去实施时间短、成本低的解决方案。这具有显示成果和保持改进势头的价值。然而，时间较长的解决方案可能具有更高的重要性和影响，并且可能具有需要在指定时间内实现的里程碑。这些解决方案可能需要进一步的分析、更多的数据收集、经费或政策提案的制定。

## 国家战略文件的格式

3.15. 附录 I 举例说明了国家战略文件的格式及其内容，然而，应根据具体国情加以调整。

# 4. 国家战略的执行情况

## 概述

4.1. 恢复对无看管源的控制和改进对易受攻击源的控制的国家战略，在执行阶段，应采取以下步骤：

- 决定启动；
- 执行行动计划；
- 评价行动计划的效力，并相应地加以更新。

## 决定启动

4.2. 一旦制定了国家战略行动计划，应由最高主管当局作出执行计划的决定。决定应正式记录在案。负责确保对放射源的监管进行维持和改进的人应获得执行该计划所需的权力和资源；否则该计划将不起作用。如果在采用长期或代价高昂的行动之前需要对这些行动进行进一步讨论和评定，则应将这些行动分开处理，并将计划的其余部分呈请核准。



## 执行行动计划

4.3. 一旦行动计划获得核准，它的推进通常将是相对简单的。执行将取决于每项行动的具体特征。然而，应首先处理最优先的行动。

4.4. 如果一国不具备执行具体任务所需的资源或专业知识，则应寻求获得双边或国际援助的可能性。获得外部援助有几种方法，特别是对于较高类别的可能丢失或易受攻击源。原子能机构提供了这种援助的几种机制，例如通过技术合作方案。

## 评价行动计划的有效性并修订

4.5. 应每年对国家战略行动计划进行评价、评审和修订。随着高优先级行动的完成，在修订的行动计划中应给予那些优先级较低的任务以更高的优先级。随着收集更多的资料，这项工作本身也将导致情况发生变化，资源变得可用或已耗尽，并取得更高水平的认识。

4.6. 成功执行国家战略将使无看管源受到监管，并改进对易受攻击源的控制。因此，对行动计划的有效性评价及其更新也可视为对放射源监管制度的评价。



# 附录 I

## 国家战略文件的格式和内容

I.1. 尽管国家战略以及国家战略文件的内容对每个国家是特定的，但本附录就一般格式和内容提供了一些指导。

### 导言

I.2. 国家战略文件的导言应描述文件的背景、目的、范围和结构，并应列出文件中所用术语的定义。行动计划是一项按优先次序排列的工作计划，因此是一份执行文件，但在编写时应考虑到决策者是其主要目标用户。这是因为执行行动计划需要承担很多义务，可能还需要额外的国家资源；可能还需要捐助国或国际机构提供更多的资源。为此，引言中应简要说明该国各种放射源的类型和用途，并说明类似的源如何成为无看管源或被盗目标。

### 控制放射源的国家基础设施

I.3. 国家战略文件这部分应简要概述控制源的国家基础设施的历史情况和目前的要求。它应阐述现有源监管机制的覆盖范围及其长处和短处，并应包括在这方面授予各国家机构的权力和责任。如果不止一个机构负责监管放射源，则应在本部分中明确阐述它们的各种责任以及各机构之间的协调和联络。应考虑所有控制源国家法规的变更影响。

### 评定数据

I.4. 应在国家战略文件这部分中说明本“安全导则”第 2 部分涵盖的每一个关键领域的国家评定。应提供每一个关键领域的背景资料，以便不熟悉放射源应用的读者。例如，这将使决策者了解放射源的使用，如果不加以控制可能会带来多大危险性，以及确保合理控制放射源的重要性。

### 问题评价并提出解决方案

I.5. 应描述已识别的每个问题及其组成部分，以及解决问题或朝着解决问题方向前进的行动。对每一个问题和提出解决方案的描述应该相当详细和具体，以便有所帮助。

## 行动计划

I.6. 为了辅助决策者，前一部分描述的每个问题及其解决方案应以简短的表格形式加以概述，包括以下方面：

- (a) 明确说明识别的问题；
- (b) 为解决该问题而采取的行动；
- (c) 行动的优先级；
- (d) 必要的资源；
- (e) 责任分配；
- (f) 执行时间表。

每项行动计划所使用的格式可以是附件 II 所列实例的扩充版。

## 结论

I.7. 应在国家战略文件的结论中说明目前对放射源的控制程度，并对无看管源从潜在到存在的整个过程进行评价。读者应能够迅速了解到控制放射源的国家情况和执行国家战略的重要性。

## 附录 II

### 源 搜 寻

II.1. 国家战略应涉及某些类型的放射源搜寻。本附录提供了关于开展这种搜寻提供了详细的方法指导。搜寻可以是管理搜寻或实物搜寻。实物搜寻将包括通过目视和使用辐射探测器来识别放射源。管理搜寻可查明源遗失的证据，并引导对源的实物搜寻。管理搜寻还用于确定实物搜寻的优先级。

II.2. 作为国家战略的一部分，搜寻有多方面原因，包括以下几点：

- 源初始注册；
- 对所有负责的源例行检查，以便更新注册；
- 调查辐射伤害的原因；
- 寻找特定的丢失源。

II.3. 实际工作中可能发现源有多种丢失途径，包括：

- 管理搜寻的结果；
- 用户报告源丢失或被盗；
- 只收到托运货物的一部分；
- 闯入源的存储位置；
- 观察到异常监测结果；
- 找到一个空的、贴标签的源容器；
- 探测到辐射引起的健康效应。

II.4. 是否启动搜寻及其优先级的决定将取决于搜寻的原因以及以下因素：

- 可疑的、不受控制的源可能造成的潜在危险；
- 已知失踪源的类别；
- 源丢失或被盗的时间长度；
- 可用于搜寻的现有信息量；
- 预计的搜寻费用和可用的财务资源；

- 怀疑存在无看管源的地区，其未来发展计划；
- 是否有具备资质的搜寻人员；
- 可用于实物搜寻的仪器实物搜寻；
- 地方当局和附近居民的“风险容忍度”（例如，无看管源在某公共场所的潜在存在是否可以被容忍）。

II.5. 如果确定个人受到伤害的风险很高（例如，I、II 或 III 类源丢失的情形），这就成为一种应急状况，应作为应急情形处理[43—47]。“在危险源丢失或被非法移走时，并可能在公共领域的情况下，应作出安排，立即开始快速搜寻，并向公众发出警告”（参考文献[18]第 4.38 段）。

## 管理搜寻

II.6. 在管理搜寻中，收集信息方式不包括，使用辐射探测设备和目视的方法，对已知或怀疑丢失、失踪或被盗的源进行搜寻。管理搜寻的两个关键方面是确定最有用的源信息和确定收集源信息的最佳方法。

## 源信息

II.7. 管理搜寻的首要任务之一，是列出当前可能存留源信息的个人或机构。下面列出并简要讨论一些典型的源信息。

### 政府当局

II.8. 这包括有权履行与放射源安全和安保有关职能的任何部门或各级政府。它可以包括政府各部或室、主管当局、监管机构或区域或地方当局。同时，它可以包括辐射安全、核能、卫生、环境、工业、采矿、农业、运输、教育、海关和执法等领域的负责人。如果在过去的某个时候，主管当局和责任发生了重大变化，则应特别注意。如表 II.1 所示，权力移交并不总能伴随适用记录相应移交。如果在国家一级履行的责任与在联邦一级履行的责任之间没有明确的区分，则在实行联邦政府制度的各国家也可能在监管控制方面存在差距。评定无看管源问题和汲取过去经验的过程，可以帮助查明信息方面的差距。

### 方框 II.1. 监管机构变更的后果：巴西哥亚尼亚

1987年，在巴西哥亚尼亚发生的涉及 I 类源事故，即远程治疗设备事故[2]。国家核能委员会（CNEN）负责为任何新的放射治疗设施及其卫生物理学工作人员颁发许可证。这包括设施计划、辐射安全文件、个人监测安排和应急计划。国家核能委员会发放的许可证须符合若干条件，如果有任何重大变化，例如希望转移或处置源，应通知国家核能委员会，这是主要的条件。因此，当在 1971 年首次设立诊所时，所有必要的控制措施都已到位。

随后对这些医疗设施的检查，一直是联邦卫生部的责任，直到 1976 年 1 月才根据一项很少人知的法令，将这项责任移交给各国家卫生部长。因此，检查和执法方案的存在性或执行程度发生了很大的变化。虽然安全的主要责任在于持证者，但一项适用于 I 类源的检查计划，可能在其导致事故前就已发现问题所在。

事故发生后，当局实施了一套制度，规定持证者须就其所控制的源作出常规报告。

II.9. 政府管理当局通常会有，关于当前和过去的授权与许可证、许可证申请和检查报告的资料，以及关于最近和以往转让源和涉及源事件的资料。它们还将拥有它们所处理的或自己所管控的源清单。

II.10. 应当考虑各国政府之间在进行信息搜寻方面，开展国际合作的必要性，因为源可能会跨越国界，例如，邻国政府可能拥有关于搜寻源的必要信息。由于源可能越境转移，应向邻国提供关于被认为是危险源的资料。可要求《及早通报核事故公约》和《核事故或辐射紧急情况援助公约》[47]的缔约国提供这种资料。

#### 非政府组织和国际机构

II.11. 有许多非政府组织和国际组织，了解放射源并参与放射源的工作。这些组织可包括各种运输方式组织、专业组织和协会、技术支持组织以及行业协会或行业团体。它们所拥有的数据类型差异很大，获取或使用存在限制。然而，如果认为这些组织可能能够提供必要的资料，仍应与它们联系。

II.12. 原子能机构编制了密封放射源和装置国际目录，供成员国使用。ICRS 是关于放射源、装置、制造商和分销商的技术信息和规范的集合。虽然不全面，但 2010 年《国际标准汇总表》收录了 20 000 多个关于源和设备的条目，并在不断扩大。可通过 ICSRS 确保获取具体情况，但须征得成员国政府管理当局的同意。但是，手册[48]提供了一份更易于管理和可公开查阅的目录摘要。其目的是帮助查明常用的放射源和含有放射性物质的装置和包件。手册的详细程度应符合需求，以尽量减少向有恶意目的使用的人传播信息。

II.13. 除了原子能机构的放射源目录和手册[48]外，还出版了一套载有概况介绍和小册子[37]的通讯工具包，以辅助非专业个人和组织初步查明，可能因意外事故或在正常工作过程中，接触到的放射源、装置和装有放射性物质的包裹。

#### 用户和所有者

II.14. 源用户和所有者将获得有关其当前源的一些信息，但也可能拥有过去持有或使用源的文件或记录，这些文件或记录现在可能位于其他设施中，或可能已被发运或转让给其他设施。此外，它们可能不知道自己的财产或房屋中有源。当负责源信息的个人，因退休、职务变动或其他原因而离职时，就可能发生这种情况。源用户还可能了解其行业或业务领域中类似放射源或装置的其他用户。

#### 制造商和供应商

II.15. 放射源制造商和供应商，根据其业务性质，将拥有大量与其产品有关的记录。这些内容不仅包括设计规范，还包括源的装运或安装位置。

#### 废物存储和处置记录

II.16. 应检查废物存储或处置设施的旧记录，并将其与放射源使用者的现有资料进行比较。应查找向国家放射性废物存储设施或处置设施（如果存在此种设施）提供源的组织的历史记录。将这份清单与目前已知使用放射源的组织清单相比较，就可以看出哪些组织可能拥有未注册的源。



## 个体劳动者

II.17. 除了第 2.8 至 2.16 段所述的正式记录外，还应认识到，在这些组织工作的个人具有个人记忆，或可能拥有对某些搜寻可能有价值的个人记录。虽然人类的记忆是容易出错的，但这些人可能能够提供一条关键信息，表明可能存在一个没有书面记录的源。甚至在搜寻源方面，传闻和谣言也可能有价值。

II.18. 有时需要向个别工作人员提供匿名或免于起诉的保证，以鼓励它们讨论可能不符合监管要求或可能违反监管要求的源控制方面问题。例如，在试图查明被遗弃或非法丢弃的源信息时。

## 老前辈

II.19. 在任何特定国家最先从事放射性物质工作的个人，是个别工作人员中一个非常特殊的分组，他们应接受某些搜寻类型的面谈，特别是起初以开展源注册为目的的搜寻。这些人去世前利用这一信息资源是特别重要的。

## 亲戚、邻居和朋友

II.20. 在对造成辐射伤害的源进行搜寻时，信息资源尤其重要，特别是在伤者丧失能力或死亡的情况下。在询问中，亲属、邻居和朋友也许能够提供关于此人接触源或源所在位置的具体信息。他们还可以提供关于伤者或死者习惯的一般信息，以及关于可能接触过的任何其他人的信息。这种情况下，需要以某种程度的敏感性加以处理，因为接受访谈的人可能也受到照射，可能需要治疗。他们可能表现出不太严重的症状，可能不知道原因。

## 公众

II.21. 公众是一个必须谨慎对待的目标群体。虽然公众在提供有关已知失踪源的信息方面可能很有帮助，但有些人很容易对涉及辐射或放射性物质的问题感到害怕。因此，要求市民提供资料的次数应加以限制；这种询问应限于源初始注册中，以及向公众发出已知失踪源可能危险警告的情况。

## 方法

II.22. 在管理搜寻中，用于收集数据的方法可分为三大类，即利用媒体呼吁提供信息、搜寻记录和采访。在每种情况下使用的适当方法，将取决于搜寻

的原因和范围。本部分将每种方法进行讨论，并对其适用性进行一些评论。管理搜寻是一种调查，因此，它将涉及整理因申诉而自愿提供的信息，查看官方文件，并分析与所有可能作出贡献的人进行个人面谈。

## 媒体

II.23. 报纸、广播、电视和海报是进行管理搜寻的宝贵资源。它们对源初始注册搜寻信息特别有用。通过媒体呼吁任何拥有放射性物质的人，告知监管机构或其他适当的政府机构（提供适用的联系信息），是为建立源注册收集大量基本信息的最快和最容易的方式。如果不抑制提供数据的积极性（例如要求支付许可证费用），最初的信息呼吁将更加有效。

II.24. 当已知有危险源（I、II 或 III 类）失踪时，媒体也很有价值。可以非常简单和迅速地向许多人，提供关于辐射源和辐射三叶形警告标志的说明或照片，以及关于所涉及的危险和如果发现辐射源怎么办的信息。一个具体的例子是，一辆碰巧装有工业放射源的车辆被盗。在这种情况下，利用媒体向公众和小偷通报被盗放射性装置的细节和图片往往是有益的。通过新闻媒体传播有关含有放射源的装置的信息，有时会导致该装置被小偷遗弃，并向当局匿名“举报”在何处找到该装置。

II.25. 关于失踪危险源的媒体公告，也可用来提醒医生注意辐射病的迹象和症状，并为他们提供一个联络点。

## 翻查纪录

II.26. 在这方面，记录包括复印件和电子记录。复印件记录包括：档案、“卫生护照”<sup>2</sup>、日志、索引或数据卡和计算机打印输出。电子记录包括：存储在特定计算机硬盘驱动器或可通过因特网访问的其他计算机上的文本、电子表格和数据库文件，或贮存在磁带、可移动光盘或闪存媒体上的文本、电子表格和数据库文件。要搜寻的记录类型包括：授权、注册、许可证、检查报告、运输记录、进出口许可证、纳税记录、海关日志、库存、制造商目录、采购订单、事故报告、医疗记录、剂量计记录、工作订单和放射性废物处置记录。

---

<sup>2</sup> 作为涉及任何监管危险，包括辐射源的设施和活动的核准程序的一部分，在前苏联各国印发的正式文件。

II.27. 许多记录搜寻需要花费大量的时间和精力。由于这些原因，这种对记录的广泛搜寻通常不是常规进行的，而是有针对性和有目的地搜寻特定信息的一部分。在集中搜寻中，通常会浏览大部分数据，直到接近感兴趣的区域，然后对此进行详细检查。感兴趣的领域可能是某一特定时期、某一特定类型的源、或某一特定行业、部门或目标群体。

II.28. 互联网上有许多有用的信息，从制造商的源目录到涉及源事件的新闻报道。但是，互联网上的所有信息，在使用时应谨慎。创造性地利用互联网进行搜寻（也可通过电话簿的黄页进行搜寻）的一个案例是，搜寻提供服务的公司或行业中通常使用放射源的公司。例如，可以查明和找到该国家所有装瓶或罐装啤酒或软饮料的公司。由于其中许多将使用液位计利用了源，因此访问这些公司或询问他们是否具有此类源可能是合适的。作为此次调查的一部分，接受调查的公司将取决于该地区的典型行业。

### 采访

II.29. 采访可以通过电话、电子邮件进行，甚至可以使用标准化问卷。作为所有搜寻的一部分，一般有必要进行面谈，以便从大多数目标群体获得信息，特别是用户和拥有者、个体工人、放射源应用领域的先驱者、亲属和朋友。应为所有面谈制定一套标准问题；这些问题之后，可能会提出针对目标群体的问题，或进行搜寻，直到对情况有了很好的了解。

II.30. 采访可以用一种非常广泛和创造性的方式来收集数据。例如，在源的常规背景搜寻中，可能会要求在工业辐照的公司中工作的人员列出该公司的竞争对手。通常情况下，同一国家或地区每个公司都知道同一领域中的其他公司。如果有一家竞争公司没有出现在监管机构的许可证持有者名单上，则应查访该公司，并直接询问其管理层是否拥有放射源。在这种情况下，可能还需要进行实物搜寻。

### 实物搜寻

II.31. 实物搜寻主要涉及制定搜寻计划，然后由一人或多人组成的搜寻小组通过视觉和辐射探测器实际确定放射源的位置。通常，实物搜寻是在管理搜寻之后进行的。但是，搜寻方案是一个迭代过程，在某些情况下，实物搜寻可能与管理搜寻同时或甚至在管理搜寻之前开始。由于搜寻队可能会遇到放射源，因此应考虑为这些人采取辐射防护措施。

II.32. 实物搜寻可以被描述为被动的或主动的。被动搜寻是指搜寻小组和探测器基本上静止不动的搜寻。探测器被放置在某些位置,当一个源经过附近时,警报器被设置为启动。主动搜寻是指搜寻小组使用移动工具并移动到它们试图寻找的源的搜寻。

II.33. 辐射探测器可分为固定式和移动式两种。通常,固定检测器用于被动搜寻,而移动检测器用于主动搜寻,但不限于此。例如,手持辐射探测器既可用于被动搜寻,也可用于主动搜寻。

II.34. 固定的辐射探测器通常是门式的,车辆、人、容器或其他物体都要经过或通过它。固定辐射探测器也可以安装在例如刮板抓斗上、输送带上方或下方,或者作为辐射室监视器附接到墙上。

II.35. 移动辐射探测器的种类包括:

- 具有报警功能的袖珍剂量计;
- 手持探测器;
- 车载探测器,从道路测量;
- 安装在飞机上进行空中勘测的敏感探测器。

II.36. 最常见的是,实物搜寻中使用的探测器仅用于测量 $\gamma$ 辐射,但中子、 $\beta$ 辐射和 $\alpha$ 辐射在特定情况下也是要测量的。

II.37. 参考文献[30、49]进一步详细介绍了用于实物搜寻的辐射探测器类型及其局限性和应用。

II.38. 进行主动和被动实物搜寻的搜寻队,以及在探测到辐射时可能被召唤进行响应的搜寻队,应接受辐射探测设备使用方面的培训,并应接受辐射安全方面的基本培训,至少应包括辐射防护最优化、剂量限值和参考水平。培训内容应包括如何正确使用探测设备、有效的搜寻战略、源和可能装有这些源的屏蔽容器或装置的外观[48],以及在发现源时应采取的适当行动。

## 被动搜寻

II.39. 在对不受控制的放射源进行被动搜寻时,应在适当的地点放置适当的探测器。将使用的探测器的特性将取决于所搜寻源的类型和活度。被动探测在源常规本底搜寻中应用最为广泛。

II.40. 被动辐射探测器最合适的位置是在节点处。这些地方是货物、车辆或人员流动集中的地方，通常包括过境点（和其他入境口岸）、隧道和废旧金属回收设施。在废弃金属设施安装被动搜寻监测系统几乎总是正当的（见第 2.57 段），而进行边境监测的情况更为复杂，需要仔细评价。

### 边境监测

II.41. 边境监测可以有多种用途，包括被动搜寻源[29、49]。边境监测通常属于监管机构以外组织的职权范围，如海关当局、边防警卫和港口当局。边境监测的可能用途包括：

- 探测无看管源；
- 侦查非法贩运；
- 制止非法贩运；
- 边防警卫和海关人员的辐射防护；
- 探测受污染的商品。

II.42. 在决定是否安装边境监测系统、在何处安装以及使用何种设备时，应考虑到每种用途在国家级的相对重要性和优先性。应考虑的其他因素包括：

- 来自无看管源、非法贩运或受污染商品的威胁程度；
- 国家入境口岸的数量和类型（过境点、港口和机场）；
- 现有或可获得的资源；
- 政策和公众对边境监测的看法。

II.43. 在一些国家，可能有数百个过境点和其他入境口岸；还应考虑客运和货运路线分开的地方。覆盖所有可能路线的实践可能是一个非常重大的挑战。在大量货物通过的入境口岸或在高风险路线上安装固定探测器，显然将带来最大的投资回报。在有些情况下，边境监测显然应该进行，而在另一些情况下，边境监测就不那么明确了。如果高度重视防止无看管源进入该国，而且数据表明大多数废弃金属通过一个或两个特定港口进入该国，则应考虑在这些港口安装足够的适当类型的探测器。然而，为了解决这些关注事项，应进行威胁评定，并就如何在边境建立辐射监测能力制定一项战略。

## 主动搜寻

### 搜寻特定源

2.44. 任何有针对性地搜寻无看管源的第一个要素是制定系统的搜寻计划。搜寻计划应指定：

- 搜寻的目的；
- 搜寻的边界（地理或时间）；
- 要搜寻的放射性核素或放射性核素范围；
- 设备探测能力的限制；
- 监测方法（手持探测器、车载探测器或空中监测）；
- 处理已发现源的程序（包括确保放射防护和源安全运输、临时贮存和处置，如果怀疑有犯罪活动，则确保有法规方面的论述[50]）；
- 参与搜寻的各方责任和协调机制；
- 提供人力和财务资源；
- 停止搜寻的标准（见第 II.52 段和第 II.53 段）。

2.45. 追查放射源的工作，通常从最后一个已知地点开始，在有关设施的边界内进行积极搜寻。应进行管理搜寻，对知道造成或可能造成的丢失源事件，追踪事件后果。应在记忆消失之前尽快从有关工作人员和管理人员那里收集资料，以便确定放射源可能的位置（见方框 II.2）或移动路线。

### 方框 II.2. 医院丢失的近距离放射治疗源

由于近距离治疗使用的源体积较小，可能嵌入到油毡中，覆盖在走廊或通道上，源或植入源的患者着这些走廊或通道从病房转移到外科。通常可能会找到丢失的近距离放射治疗源的地方：

- 附属于病房的水槽和厕所及其相关的污水系统；
- 围绕医院边界；
- 固体废物收集地点、化粪池废物和焚烧厂；
- 已出院仍然植入在病人体内。

II.46. 如果无法在原始位置找到无看管源，则应扩大搜寻范围至其他可能的地点（方框 II.3）。此外，需要查明和搜寻连接这些地点的路线和运输工具以及可能的最终目的地。如果附近有边境，可以利用任何已安装的被动监测器。无论如何，向邻国管理当局发出通知是适当的，并可能是及早通报和援助公约对缔约国的要求[47]。

### 方框 II.3. 搜寻一枚放射照相源：秘鲁亚南戈[51]

1999 年，一名焊工和他的助手对直径为 2 米的管道进行了修理。大约 11 点 30 分，一名放射技师和他的助手赶到现场，尽快对修复后的焊缝进行射线照相。他们把射线照相器放在靠近管道的地方。由于超声波检测设备有困难，该名放射技师离开现场，去获取替换设备。22 点，他回来开始做 X 光检查。当胶片显影时，很明显他们都没有受到辐射。然后检查确定源不在管道的紧邻处。源可能移走的一个潜在路径，是从驱动电缆处断开，掉到地面，并由另一个工人捡起作为一个有趣的物件。访问了当天在现场的所有人员，首先是源容器所在地附近的人员。当用辐射监视器接近焊工的房子时，显然有源存在，并成功地找到了源。

II.47. 如果是由观察到辐射健康效应启动的搜寻，则与受影响者进行调查访谈应该能提供关于从何处开始搜寻的有用信息。

II.48. 应根据最初搜寻所得的资料，决定是否应将搜寻范围扩大到邻近地区或最初怀疑的源地点以外。如果是，则应考虑将搜寻分为几个阶段，以便有机会根据经验重新评价搜寻计划。

II.49. 随着源实际失去控制后的时间推移，无看管源移动的可能性增加。如果简单的本地搜寻找不到源，则应评定以下内容：

- 源可能的移动范围；
- 根据源的移动范围和历史情况，确定可能需要进行的搜寻的规模；
- 进行这种搜寻所需的资源；
- 各种终止情景，包括停止搜寻标准（见第 II.52 段和第 II.53 段）；
- 找不到源的潜在后果。

#### 常规搜寻活动常规

II.50. 常规的源搜寻通常是被动的搜寻。然而，常规搜寻也可以以主动的方式进行。如何做到这点的一个例子如下：在对授权用户的房舍进行常规检查的过程中，可以用辐射探测器在存储区或地下室多走一段时间，以查看是否可能存在其他源，甚至用户可能都不知道这些源。

II.51. 除非有理由相信源可能存在于该国的某一特定地区或某一特定地点，否则不建议进行一般的主动的实物搜寻。这种搜寻通常费用很高，特别是在使用大量人员或进行空中监测的情况下。此外，经验表明，他们在寻找源方面并不特别成功。方框 II.4 举出了一个例子，说明在什么情况下有充分理由进行全面、积极的实物搜寻。



#### 方框 II.4. 航空测量的使用：格鲁吉亚

原子能机构几年来一直在协助格鲁吉亚执行辐射安全方案，特别是自 1997 年利洛国家发生事故以来，边防警卫因受到废弃源的照射而受到辐射伤害[4]。格鲁吉亚环境部在原子能机构的帮助下开始了领土去污，原子能机构通过其技术合作方案组织了培训课程并提供了设备。

1998 年，在格鲁吉亚当局对无看管源进行的一次搜寻中，发现了四个铯源（以及许多其他放射源）。每个放射源的活度约为 1500 太贝可（40 000 居里）。

考虑到该国可能存在更危险的无看管源，格鲁吉亚请求原子能机构支持寻找这些放射源。在格鲁吉亚和维也纳举行了搜寻筹备会议，探讨情况并规划战略。格鲁吉亚当局划定了他们希望进行搜查的地区。然而，使用必要的探测系统（设备和人员），能够搜寻这大片区域的预算不足。作为折衷办法，该项目的法国参与者提出了一项战略，在设想的搜寻区内，基于人口较稠密的地区进行搜寻。考虑到为这项行动提供的探测系统的敏感性以及探测系统可用时间，要调查的居民区和格鲁吉亚当局接受的照射水平，就人们不应接受的活度水平达成妥协。原子能机构和格鲁吉亚接受了该战略。法国搜寻队使用了安装在格鲁吉亚当局提供的直升机上名为海利努克（Helinuc）的机载  $\gamma$  测量系统。直升机飞行参数是根据折衷条款确定的。飞行中记录数据（光谱和位置），着陆后进行处理。同一天，以地图的形式向率领特派团的原子能机构代表提供了当天飞行的结果。可以很容易地看到结果地图，使人们能够就第二天的活动作出决定。

在这次行动中，直升机带着探测系统飞行了 81 个小时，搜查了 1200 平方公里，在波提市附近的居民区探测到约 100 兆贝可的铯源。负责回收铯源的格鲁吉亚小组利用当地能力处理了这一问题。

2001 年底，由于三名伐木工人受到严重辐射伤害，又发现了两个高活度铯源。这些源于 2002 年 2 月收回。随后，2002 年 6 月进行了进一步的地面放射性调查（徒步、骑马和乘车），以寻找另外两个被认为存在于该国的铯无看管源。

### 停止搜寻的标准

II.52. 最困难的决定之一是何时结束一次不成功搜寻。这一决定将基于许多因素，包括：

- 是否有任何有用的线索或有待调查线索；
- 源的类别；
- 公众发现源的可能后果；
- 源的半衰期、源的活度以及源丢失后经过的时间；
- 源处在公众无法进入的地点的可能性；
- 搜寻需要腾出用于的其他工作的资源；
- 公众和政治压力和关注程度。

II.53. 在过去的案件中（见方框 II.5 和方框 II.6），既有对直接显著的地方用尽搜寻的情况，也有强有力的间接证据表明不可能产生严重后果。然而，在其他一些情况下，可能的终止没有得到很好的界定，潜在后果的规模可能很大，因此继续进行了搜寻（见方框 II.7）。

#### **方框 II.5. 印度放弃搜寻的决定案例**

在工业放射照相装置中的铯-192 工业放射照相源，在包装和运输过程中被承运人放错了地方，没有发送给收货人。经详细搜查后发现，该包裹显然状况良好，但货运办公室把它转到了错误的目的地。由于没有人认领或领取，因此被送到承运人的一个存储区。这一事件得到了跟进，但在对属于承运人的各个存储区进行了几个月的检查之后，决定放弃搜查。这项决定的关键因素如下：

- 源的活性一开始就很低，在源丢失后的一段时间内进一步衰变（铯-192 的半衰期为 74 天）；
- 与该包裹有关的所有记录表明，该包裹尚未拍卖或以其他方式处置；
- 从现有记录来看，包裹状况良好，而且没有打开；
- 源装在工业射线成像装置中，只能由受过训练的人操作；
- 由于有许多属于承运人的存储区，追查包裹将花费更多的精力、时间和费用。如果一个未经授权的人打开了包裹，可能产生的剂量不足以证明有理由继续搜查。

几个月后，在原来的货运办公室找到了包裹。包裹没有被破坏，源仍然完好无损。

### 方框 II.6. 未能找到源而放弃的搜寻：联合王国

2000年5月，一家生产用于床上用品和家具市场的聚酯絮片公司报告说，用于测量絮片厚度的11.1吉贝可镅-241源丢失。使用监测设备对附近地区进行的搜寻证实，源不在该公司的房地内。该放射源安装在一台生产机器上，该机器已于1999年10月拆除并出售给一家金属回收公司。其余两台机器各自仍安装有放射源，但注意到这些放射源架上标志表明装有放射源的放射性几乎完全消失。得出的结论是，源很有可能进入了金属回收厂。虽然该厂安装了门式辐射探测器，但镅-241的低能 $\gamma$ 辐射和钢外壳的屏蔽作用使其很可能没有被探测到。没有证据表明废料场受到污染。通知了回收行业中可能收到该物的个人和公司，但都没有报告任何问题。

结论是：

- 源可能是在不明地点冶炼的；
- 镅-241中的大部分都在炉渣中，因此具有明显的自屏蔽作用；
- 对工作人员和公众的潜在辐射影响很小；
- 应停止搜查。

### 方框 II.7. 不放弃搜寻的决定案例：印度

一个测井源从存储室被盗。经过详细搜查、调查和审讯，发现被盗源被倾倒在附近的一条河里。由于放置源的探头重量，源显然已沉入沉积物中。为确定探头和下水源的位置作出了相当大的努力，但没有成功。但是，经过评价，决定不放弃搜寻，因为：

- 知道该源的大致地点，公众可以进入该地点；
- 对该源恢复控制是可能的，尽管即使要付出很大的努力、时间和金钱；
- 该源的半衰期为450年；
- 寻找该源所涉的危险微不足道；
- 继续搜查，直到最终找到该源。



## 参 考 文 献

- [1] 国家核安全和保障委员会《钴-60 污染事故》，第 CNSNS-IT-001 号报告，国家核安全和保障委员会，墨西哥城（1984 年）。
- [2] 国际原子能机构《哥亚尼亚的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（1988 年）。
- [3] 国际原子能机构《Tammiku 的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（1998 年）。
- [4] 国际原子能机构《里洛的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [5] 国际原子能机构《伊斯坦布尔放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [6] 国际原子能机构《萨马特·普拉卡恩的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。
- [7] 国际原子能机构《国际原子能机构核安全和辐射防护安全术语》（2007 年版），国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [8] 《辐射源安全与放射性物质安全》（第戎国际会议论文集，1998 年），国际原子能机构，维也纳（1999 年）。
- [9] 《具有辐射源安全和放射性物质安全能力的国家监管机构》（国际会议论文集，布宜诺斯艾利斯，2000 年）《C&S 文件丛书》第 9/P 号，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。
- [10] 《放射源的安保》（国际会议论文集，维也纳，2003 年），国际原子能机构，维也纳（2003 年）。
- [11] 《放射源的安全和安保：建立放射源全寿期持续控制的全球系统》（国际会议论文集，波尔多，2005 年），国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [12] 欧洲原子能联营、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、国际海事组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、联合国环境规划署、世界卫生组织，《基本安全原则》，国际原子

能机构《安全标准丛书》第 SF-1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

- [13] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、世界卫生组织，《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》，国际原子能机构《安全丛书》第 115 号，国际原子能机构，维也纳（1996 年）。
- [14] 国际原子能机构《促进安全的政府、法律和监管框架》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。
- [15] 国际原子能机构《放射源安全和安保行为准则》，IAEA/CODEOC/2004，国际原子能机构，维也纳（2004 年）。
- [16] 国际原子能机构《放射源的分类》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.9 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [17] 《核材料实物保护公约》，国际原子能机构《情况通报》第 INFCIRC/274/Rev.1 号，国际原子能机构，维也纳（1980 年）。
- [18] 国际原子能机构《核或辐射应急的准备与响应》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-R-2 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。
- [19] 国际原子能机构《放射性物质安全运输条例（2009 版）》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 TS-R-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。
- [20] 国际原子能机构《放射性物质运输中的安保》，国际原子能机构《核安保丛书》第 9 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。
- [21] 国际原子能机构《放射性物质运输的辐射防护计划》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 TS-G-1.3 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [22] 国际原子能机构《放射性废物的贮存》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-6.1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

- [23] 国际原子能机构《在医学、工业、农业、研究和教育中使用放射性物质的废物管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.7 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [24] 国际原子能机构《辐射发生器和密封放射源的安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-1.10 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [25] 国际原子能机构《辐射源的监管控制》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-1.5 号，国际原子能机构，维也纳（2004 年）。
- [26] 国际原子能机构《放射源安全和安保行为准则：放射源的进出口指南》，IAEA/CODEOC/IMP-EXP/2005，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [27] 国际原子能机构《监管当局信息系统、RAIS 软件、相关文献和培训材料》，国际原子能机构，维也纳（2010 年）；<http://www-ns.iaea.org/tech-areas/regulatory-infrastructure/rais.asp>。
- [28] 《非法核贩运：集体经验和前进道路》（国际会议论文集，爱丁堡，2007 年），国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [29] 国际原子能机构、欧洲刑警办事处、国际警察组织、世界海关组织，《打击核及其他放射性物质非法贩运：参考手册》，国际原子能机构《核安保丛书》第 6 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [30] 联合国欧洲经济委员会、欧洲委员会、国际原子能机构，《废金属回收中辐射防护管理改进报告》，联合国欧洲经济委员会/TRADE/278，联合国欧洲经济委员会，日内瓦（2002 年）。
- [31] LUBENAU, J.O., YUSKO, J.G., “回收金属中的放射性物质-更新”，《保健物理》第 743 期（1998 年）第 293—299 页。
- [32] 荷兰住房、空间规划和环境部《1999 年和 2000 年涉及放射性物质的事件》，西南部环境监察局，第 17055/185 号报告，住房、空间规划和环境部，海牙（2001 年）。
- [33] 《放射性物质误入废金属的控制和管理》（国际会议论文集，塔拉戈纳，2009 年），国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

- [34] CHANG, W.P., CHAN, C.-C., WANG, J.-D., “原因和挑战：循环钢中一氧化碳污染导致民用辐射剂量升高”，《保健物理》第 733 号（1997 年）第 465-472 页。
- [35] HWANG, J.S., CHAN, C.C., WANG, J.D., CHANG, W.P., “多放射源公寓生活空间的辐照模式”，《保健物理》第 74 号 3（1998 年）第 379—386 页。
- [36] HWANG, J.S., CHANG, J.B., CHANG, W.P., “钴-60 污染钢在台湾的扩散及其法律后果”，《保健物理》第 816 号（2001 年）第 655—660 页。
- [37] 国际原子能机构《密封放射源工具箱，信息手册》，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [38] 国际原子能机构《金属回收和生产工业中无看管源和其他放射性物质的控制》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-17 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。
- [39] [美国环境保护署《无看管源恢复工作》，美国环境保护署，华盛顿特区：  
<http://www.epa.gov/rpdweb00/source-reduction-management/recovery.html>
- [40] 美国核管制委员会，“国家气象卫星系统许可证持有者新闻稿”，2001 年 6—7 月，第 NUREG/BR-0117 号报告，美国核管制委员会，华盛顿特区（2001 年）。
- [41] 联合国原子辐射影响科学委员会《UNSCEAR2000 年向联合国大会的报告，第一卷：来源》，联合国，纽约（2000 年）。
- [42] 国际原子能机构《放射源的安保》，国际原子能机构《核安保丛书》第 11 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。
- [43] 国际原子能机构《辐射紧急情况期间评定和响应的一般程序》，国际原子能机构《技术文件》第 1162 号，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [44] 国际原子能机构《应急通知和协助：技术操作手册》，EPR-应急通知和协助技术操作手册，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。



- [45] 欧洲委员会、欧洲刑警办事处、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际刑事警察组织、国际海事组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、联合国环境规划署、联合国人道主义事务协调厅、联合国外层空间事务厅，世界卫生组织、世界气象组织，《国际组织联合辐射应急计划》，EPR-联合计划，国际原子能机构，维也纳（2010年）。
- [46] 国际原子能机构《制定应对核或辐射应急安排的方法》，EPR-方法（2003年），国际原子能机构，维也纳（2003年）。
- [47] 国际原子能机构《及早通报核事故公约》和《核事故或辐射应急援助公约》，《法律丛书》第14号，国际原子能机构，维也纳（1987年）。
- [48] 国际原子能机构《放射源和设备的识别》，国际原子能机构《核安保丛书》第5号，国际原子能机构，维也纳（2007年）。
- [49] 国际原子能机构《边境辐射监测设备技术和功能规范书》，国际原子能机构《核安保丛书》第1号，国际原子能机构，维也纳（2005年）。
- [50] 国际原子能机构《核取证支持》，国际原子能机构《核安保丛书》第2号，国际原子能机构，维也纳（2006年）。
- [51] 国际原子能机构《延安戈的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2000年）。



# 附件 I

## 对放射源失去控制的原因

### 失控原因概述

I-1. 在制定国家战略时，评审源失控的根源和具体原因以及具体实践发生的典型事件是有用的。可能有一个单一的灾难性故障，或者更常见的是，多个造成事件的组合。过去，大多数原因都是无意的，主要是疏忽造成的。然而，由于蓄意的财务或恶意原因，源脱离监管控制的可能性逐渐增加。这包括避免处置费用、为牟利进行非法销售和恐怖主义等动机。

I-2. 此外，许多国家将有一个“历史遗留”源。这些是在建立监管基础框架之前使用的源。无论是否已经失去控制，或根本不存在控制，在公共领域内都有一些无意移动源的共同途径。国际贸易，特别是废弃金属贸易，为无看管源的越境转移提供了可能性，因此其后果可能不限于来源国。

### 根本原因

I-3. 造成源失控的一些重要根源是以下手段的缺失或失效：

- 政府对监管机构的支持；
- 政府对关于源安全和安保国际建议的承诺；
- 监管机构；
- 监管要求；
- 监管检查和执法；
- 源的国家注册；
- 提高管理人员和工作人员的认识或对他们进行培训；
- 管理层对源安全和控制的承诺；
- 本组织的辐射防护计划。

### 具体原因

I-4. 放射源失控的具体原因清单，将适用于大多数应用，其包括：

- 缺乏或不足：

- 预先风险评定；
  - 了解安全和安保要求；
  - 源的存储、运输和使用的安保；
  - 辐射巡测，例如  $\gamma$  射线探伤照射后未进行监测；
  - 工作人员监督；
  - 应急准备安排；
  - 工作人员的培训或资格认证。
- 维持或缓解事故后果的安排不当；
  - 故意规避监管要求，包括进出口规定；
  - 遗弃；
  - 灾难性事件，如火灾、爆炸、洪水、骚乱；
  - 盗窃；
  - 企业管理的丧失，原因是：
    - 关键人员流失或调动；
    - 破产；
    - 源的长期存储；
    - 电厂或设施的退役。
  - 持有者的死亡；
  - 改变设备或厂房的所有权，特别是从公有转为私有；
  - 处置不当的源转移；
  - 法律处置的障碍，如：
    - 无处置途径；
    - 无法出口；
    - 处置费用高。

I-5. 对源寿命的考虑，有助于说明哪些情景可能会对源失去控制增加风险况。图 I-1 提供了一个适用于工厂使用源的示例。良好实践将沿着左侧的路径进行，但在每一点上都可能出现导致失去控制的问题，如右侧所示。

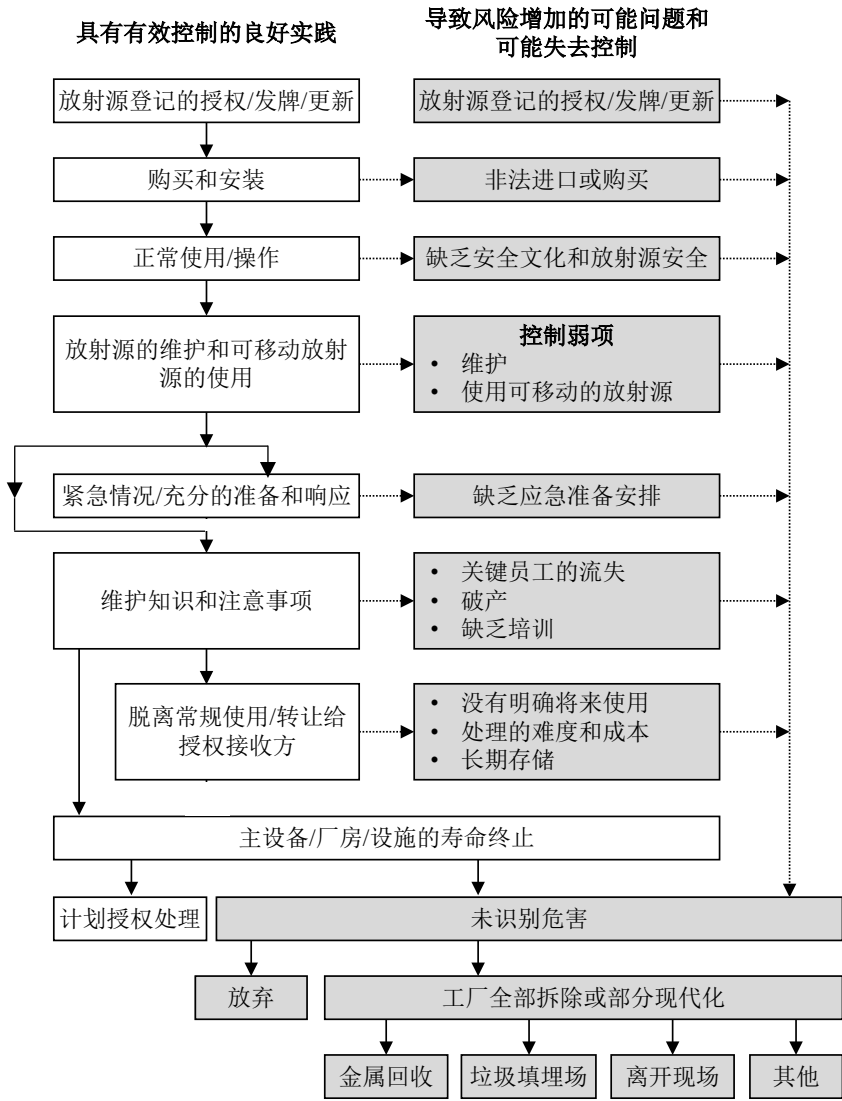


图 I-1. 工厂中放射源的寿期示例。

### 具体实践中的失控

I-6. 本部分简要概述使用不同类别源的特定实践，并讨论有关该实践失控特有的注意事项。本部分讨论了每种实践中源成为无看管源最可能的方式，并提供了实际发生的示例。V类源由于活度太小，不会引起重大的安全问题，因此没有详细讨论。然而，必须强调，任何因其放射性而被指定受监

管的物质都需要采用分级办法加以监管。有关主要应用以及使用典型放射性核素和其活度范围的汇总，请参见参考文献[I-1]附录 I 表 2。

I-7. 如果源在过去已被用于其他目的，则历史应用也需要考虑。以下各部分列出了各种源的主要用途，但并非详尽无遗，因为技术在不断改进，而且还有一些应用，如校准，其中使用了范围广泛的各种活度源。

## I 类源

### 放射性同位素热电源

I-8. 应用。放射性同位素热电源（RTGs）是利用放射性同位素衰变热发电的装置。最常用的两种放射性核素是锶-90（ $330-2.5 \times 10^4$  太贝可）和钷-238（1-10 太贝可）。通常产生的功率可以从几瓦到几万瓦不等，这取决于放射性的活度和同位素。由于这些装置设计成可在无人看管的情况下工作数十年，其没有活动部件，而且非常适合为偏远地区的设备供电。因此，它们已相当广泛地部署在北极地区和太空。许多装置最初是由美国和前苏联的军队部署，用于远程监测或宇航目的。

I-9. 失控的可能原因。在偏远地区设施安装这种装置，往往无人看管的，事实上这意味着人们很容易移动这些装置，为非法目的获取这些装置，或为其屏蔽材料的废料价值拆除这些装置。此外，政府更改和（或）记录丢失可能意味着这些源可能被遗弃和遗忘，直到一段时间后重新发现。太空装有放射性同位素热电源的卫星也可能重新进入地球大气层，引起对放射性物质扩散的关注。方框 I-1 讨论了格鲁吉亚的一个事件，该事件说明了放射性同位素热电源成为无看管源的潜在问题。

#### 方框 I-1. RTG 事故：格鲁吉亚，2001 年

2001 年 12 月，在邀约的格鲁吉亚因古里河谷，三名伐木工在他们的营地附近，发现了两件散发热量的陶瓷物品。将容器放置在他们后背的两名伐木工，在受到照射数小时内出现恶心、呕吐和头晕。第三个工人将源连接在线缆上携带。在格鲁吉亚第比利斯的一家医院，这些伐木工被诊断患有辐射病和严重的辐射烧伤，三人中至少有两人伤势严重。2002 年初，格鲁吉亚的在国际原子能机构的协助下找回了这些源。这些源是非屏蔽的，是两个苏联时代的 RTG 的陶瓷放射源，每一个放射源含有大约 30 000 居里的锶-90。其中两名受害者在巴黎和莫斯科的医院接受了多个月的治疗，然后才从严重的辐射烧伤中恢复过来。

## 商用辐照装置

I-10. 应用。大型商业辐照设施的数量相对较少，通常含有非常高活度的钴-60 和铯-137 源，活度在 0.2—600 拍贝可范围内。应用包括医疗产品（如缝合线和手套）的杀菌、食品保鲜和交联聚合物，以改变其性质。辐照装置使用源的物理尺寸各不相同，有的很大，有的铅笔大小，每个设施通常都有许多这样的源。源安装在专用的、大的、屏蔽的辐照室中，当不使用时，采用深水池或大量铅或混凝土屏蔽源。

I-11. 失控的可能原因。当源暴露在外时，辐照室内的剂量率非常高，在几秒钟内就能受到致死剂量。因此，这些设施具有许多安全设施，这些设施采用了安全系统的纵深防御、多样性和独立性原则[I-2]。然而，除非设计和维护良好，否则安全系统可能会降级；而且，再加上人为错误，事故就会发生。没有关于此类源或辐照装置被遗弃或遗忘的书面报告。不过，在一些破产案件中，被指定的“接管人”已裁员，有一段时间并不知道他所负责的危险性质。如果放弃辐照装置，将有致命照射的严重威胁。

I-12. 更有可能的情况是从源架丢失单个源。通常，源架由多个源模块组成，每个源模块设置在一个框架中，框架中包括 30—50 个小源。每个小源长约 45 厘米，直径约 1 厘米，含有约 150 太贝可的钴-60 或铯-137。如果不维护辐照设施，则物体有可能干扰源架的移动并扭曲模块框架，从而导致源掉落。这种情况已经发生过若干次（见方框 I-2）[I-3]。它提供了一个潜在可能，源铅笔落入将被辐照产品运输到设施外的一个“手提箱”。现代的辐照装置安装有源保护装置，以将源与手提箱分开，并在产品出口点安装监测系统，以探测这种情况。然而，这些系统需要保持有效。

### 方框 I-2. 辐射器事故：萨尔瓦多圣萨尔瓦多，1989 年

这一事故发生在一个含有 0.66 拍贝可钴-60 的工业辐照设施中，其形式为两个模块的源架，每个模块都装有若干支源块。事故发生时，没有相关的监管或辐射安全基础框架，因为该国已处于内战中达十年之久。其净影响是安全系统和操作人员的辐射危害认识下降。在事故中，三人进入一个辐照室，以释放源架，源架由于产品箱变形，而无法移动到水坑的安全位置。

这一问题已有两周未被发现，在此期间，货架损坏导致货架上的源块脱落。大多数掉进了水坑，但有一个掉到了辐射室的地板上。纯属运气，没有一个掉进任何一个可以将它们转移到室外的产品盒子里。产品出口上安装的用于监测此类事件的监测仪早就失效。进入辐照室的人中有一人后来死亡，另一人不得不截去一条腿。

I-13. 另一个考虑是，由于放射性衰变，不时需要更换一些源块。通常情况下，源的供应商将承担这项工作，旧源将被放入专门设计的运输容器中回收。在这一阶段，运输问题有可能造成延误，导致容器被存放在仓库中，甚至可能被遗忘。然后可能会出现类似于伊斯坦布尔事故中涉及射线探伤源的情况（见方框 I-5）。

#### 自屏蔽辐照装置和血液/组织辐照装置

I-14. 应用。在医院和诊所中，有一些较小的辐射装置被称为自屏蔽辐射装置，或血液/组织辐射装置。虽然它们比商用辐照装置小，但仍然含有高活性源。除对血液、组织和种子进行消毒外，它们还用于宝石着色、作为消灭昆虫方案一部分的昆虫辐射以及研究对农产品的突变效应。典型地，这种辐射装置包括具有连锁门的样品室，并且源被围绕该室移动或者样品室被移动到源的旁边。一旦源安装在辐照装置中，就不能轻易操作源。在某些情况下，经过一些小的修改，辐照装置也被用作源装运容器。

I-15. 虽然这些辐射装置大多固定在一个永久位置，但也有一些装置，如“ $\gamma$ 科洛斯”辐射装置，安装在重型卡车或拖车上，并在前苏联各地运输，以便在播种时对种子进行辐射。这些装置中的大多数现已从其车辆上卸下并存放在仓库中。



I-16. 失控的可能原因。很少有固定设备涉及无看管源事件，部分原因是它们的稳健特性和设计。主要关注的问题将是遗弃这种装置，也许是在内乱时期或由于破产。机构研究重点的变化也导致了这些装置长期被废弃和忽视。人们对一些移动式辐照装置可能存在的安保漏洞表示关注。

### 远程治疗设备

I-17. 应用。远程治疗设备通常存在于医疗机构中，例如医院或诊所，用于癌症治疗。在该类应用中，在身体外部使用几百太贝可的源，通常是钴-60，但可能是铯-137，在外部照射患者身体的某个部位，特别是肿瘤。这类源的物理尺寸相对较小，通常为圆柱形（直径几厘米，长几厘米）。源存放在一个大型屏蔽装置中。

I-18. “ $\gamma$ 刀”（用于立体定向放射外科）是一种类似装置，但它使用大量的源（大约 200 个）来提供辐射束，这些辐射束可以聚焦在大脑中的特定治疗点，同时最大限度地减少对健康组织的剂量。

I-19. 这种放射治疗装置所处的设施是专门设计的，包括厚的屏蔽墙和其他防护设备。

I-20. 钴-60 源通常由具有不锈钢源外壳的多个固体金属芯块或盘装构成。危险主要来自外照射，除非源受到严重的机械或热损害，如金属回收行业，那么就会产生污染和可能遭受内照射。

I-21. 铯-137 远程治疗装置中的放射性物质通常是具有高比活度的氯化铯，因此该装置用于治疗目的，在物理上可以足够小。

I-22. 失控的可能原因。在正常使用中，适当的控制措施将确保风险降至最低。然而，如果这些源以未经授权的方式从其屏蔽室中移除，它们可以在短时间内产生致死剂量。此外，由于屏蔽室材料可能被视为有价值的废品，因此发生多次失窃失控的情况。这已导致屏蔽室金属熔化或其他物理破坏，随后放射性污染直接或通过将放射性核素掺入用废弃金属制造的物品而扩散。

I-23. 鉴于远程治疗设备的庞大性质，以及这些设备被用于放射治疗诊所等环境中，而放射治疗诊所的工作人员必须具备辐射防护知识，乍看之下，很难想象这些设备会成为无看管源。然而，存在完好记录在案的这方面事例，导致了死亡和严重的环境污染。

I-24. 一旦氯化铯源的包装容器被破坏，材料的高度流动性就会造成污染的迅速扩散（见方框 I-4）。

I-25. 方框 I-3 至 I-6 提供了墨西哥华雷斯[I-4]、巴西哥亚尼亚[I-5]、土耳其伊斯坦布尔[I-6]和泰国萨穆特·普拉卡[I-7]事故的例子。有些涉及铯-137，有些涉及钴-60。

### **方框 I-3. 远程治疗机事故：巴西哥亚尼亚，1989 年**

1987 年，在哥亚尼亚，一个专门从事放射治疗的私人医疗合伙企业不欢而解散了。没有人对被遗弃在前诊所的部分拆除大楼内的 50 太贝可铯-137 远程治疗单元负责。两年后，一些当地人拆除了源和屏蔽室，并将它移走用于废金属回收。在此过程中，源破裂。放射性物质是压缩的氯化铯形式，具有很高溶解性和易分散性。两个多星期，辐射通过污染接触和再悬浮扩散到该市的部分地区。受污染的物品（和人）转移到该国其他地区。

越来越多的健康影响促使人们认识到这一问题的存在。总体而言，约 249 人受到外部污染，129 人受到内污染。21 人接受了超过 1 戈瑞的剂量并住院治疗，其中 10 人需要专门治疗，最后 4 人死亡。环境去污和清理花费了六个月的密集努力，产生了 3500 吨放射性废物。

### **方框 I-4. 远程治疗机事故：墨西哥华雷斯，1983 年**

1977 年，墨西哥华雷斯的一家医院从美国的一家医院购买了一台 37 吉贝可钴-60 远程治疗机。它不是合法进口的，当局也不知道。医院没有资源立即使用它，它被存放在一个商业设施中，且对危险没有明确标示。有关高级职员离开了医院。1983 年，一名初级工作人员知道它的存在，但不知道它的危害，将它移走用于废金属回收。运输过程中源破裂，沿路散落着一些细小的源颗粒。源在一个铸造厂被熔化，直到在美国洛斯阿拉莫斯核设施，一辆运载受污染产品的卡车触发了报警才发现。

约 75 人接受了 0.25 至 7.0 戈瑞的剂量，钢筋中含有放射性物质的 814 所房屋不得不拆除，若干铸造厂需要大量去污，产生的废物达 16 000 立方米土壤和 4500 吨金属。

### 方框 I-5. 远程治疗机事故：土耳其伊斯坦布尔，1993 年

1993 年，一名持证经营人将三个用过的放射治疗源装入运输货包，运回美国原供应商。但是，这些货包没有寄出，直到 1998 年一直存放在安卡拉。然后，其中两个被运往伊斯坦布尔，存放在一个通用仓库。过了一段时间，仓库已经满了，货包被搬到了隔壁空房子。9 个月后，这些房屋被转让给新的业主，新的业主不知道货包的性质，把它们当作废金属出售。废品商家人打开了源容器，无意中受到未屏蔽的 3.3 太贝可钴-60 源照射。10 人接受了 1.0 至 3.1 戈瑞的剂量，出现了急性辐射综合症的迹象。幸好没人死亡。

第二个源，23.5 太贝可钴-60，尽管开展大范围搜索和监测，仍然下落不明。

### 方框 I-6. 远程治疗机事故：泰国北榄

曼谷的一家公司未经该国和平利用原子能办公室授权，拥有若干远程治疗设备。1999 年底，该公司将远程治疗头从租用的仓库搬迁到一个不安全的贮存地点。2000 年 1 月下旬，几个人进入该地点，部分拆卸了一个装有 15.7 太贝可钴-60 的远程治疗头。他们将该部件带到其中一人的住所，四人试图进一步拆解该部件。虽然机头显示了辐射三叶形和警告标签，但这些人并不认识这个符号，也不懂这个语言。2000 年 2 月 1 日，其中两人将部分拆卸的装置带到 Samut Prakarn 的一个垃圾场。垃圾场的一名工作人员用氧乙炔炬拆解该装置，源从其外壳中掉了出来，未被观察到。

到 2000 年 2 月中旬，一些有关的人开始感到不适并寻求援助。医生们发现了症状和体征，并通知了当局。经过对废金属堆的搜寻，找到并回收了源。总共有 10 人接受了来自源的高剂量辐射。其中在垃圾场的工作的三人由于受到照射，在事故发生后两个月内死亡。

I-26. 许多案例具有一些共同特点，这是确定处理无看管源或易受攻击源国家战略的重要因素。

- 在使用之前或在其使用寿命结束时对源进行长期存储；
- 源易被作为废弃金属回收；

— 认识到辐射对健康的影响是发现事故的导火索。

## II 类源

### 工业 $\gamma$ 射线探伤

I-27. 应用。工业射线探伤应用广泛，具有很高的潜在危险[I-8]。例如，石油化工设施的建造和维护，涉及使用最高达 7 太贝可的便携式射线探伤源来测试管道和储罐中的焊缝。几年前，人们使用了铯-137 源，其中一些可能仍然存在。目前，最常用的是铱-192 或钴-60 源，但也可使用镱-169、铥-170 或硒-75 源。

I-28. 包含工业射线探伤源的设备在物理尺寸方面通常是小的，尽管由于外部屏蔽通常较重。源本身很小，直径小于 1 厘米，只有几厘米长。它们通常连接到专门设计的电缆，以便正常工作。这些设备的便携性可能使它们容易被盗或丢失。

I-29. 大多数远距离射线探伤仪都有一个通用设计，即源外壳物理上连接到一条短的柔性电缆上，通常称为源组件或“源辫子”。这通常通过弹簧辅助的球窝接头耦合到柔性驱动电缆。不使用时，源位于照射装置的中心。在使用中，导管连接到容器的前部，并且通过缠绕驱动电缆将源向下推到所需的位置。

I-30. 在重工业中，如炼钢厂或制造厂，可将装有铱-192、钴-60 或铯-137 的便携式、移动式(轮式)或固定式射线探伤仪安装在专用建造的屏蔽室中。移动式或固定装置比便携式的源外罩具有更重的屏蔽，因此更难偷窃或拆除。

I-31. 失控的可能原因。射线探伤仪和源更换装置的外罩含有几万公斤屏蔽材料，如贫化铀、铅或钨，这些材料可能被认为是有价值的。同样相关的是，大多数设备的便携性质，使其几乎可以在任何地方使用。这类装置往往被运到偏远位置的临时工作场所或工作条件极端恶劣的场所。此外，监管可能有限或根本不存在，因此，整个容器及其源在临时工作场所确实有可能丢失或被盗。源在运送到临时工作场所时也有丢失的危险。它们最终可能进入金属回收行业，或者留在公共领域。这些问题与远程治疗机无看管源的问题类似，虽然工业射线探伤的放射源活度水平较低，但仍足以产生致命影响。也许最大的威胁来自于失去非屏蔽源。

I-32. 维护不善、连接不正确、装置不兼容、导管中的障碍物或扭结都可能导致各种连杆承受极大的压力，并最终导致源与驱动电缆断开。这对探伤工人构成了直接的威胁，探伤工人需要在每次照射后进行检查，以确保源完全返回到安全、屏蔽的位置。如果不这样做，源就会在未被注意的情况下从设备中掉落，从而使探伤工人和其他人受到严重照射。对于发现这类源的公众来说，这类源可能看起来很吸引人，而且很容易拾起带回家中，往往会造成致命后果，如方框 I-7[I-8]、I-8 和 I-9[I-9]所示。在许多情况下，不幸的是，医学症状的出现是发现源的第一个迹象。

#### **方框 I-7. 工业射线探伤源事故：摩洛哥，1984 年**

一个 1.1 太贝可铯-192 源与其驱动电缆断开。由于缺乏适当的监测，它没有被注意到并从导管中脱落。它看起来是一件有趣的东西，被一个市民捡起来带回家。3 月至 6 月期间，放射源失控，造成 8 人死亡。

#### **方框 I-8. 工业射线探伤源事故：埃及开罗**

一个农民拿起一个 3 太贝可铯-192 源，认为它很有价值，就把它带回家了。2000 年 5 月 6 日，农民和他 9 岁的儿子去看当地医生，抱怨皮肤烧伤。医生给病人开了治疗病毒或细菌感染的药。儿子于 2000 年 6 月 5 日死亡，农民于 6 月 16 日死亡。6 月 26 日，对出现类似症状的其他家庭成员进行了血液检测。血液检查显示白细胞计数严重下降，怀疑受到辐射照射。找到并回收了源。其他家庭成员被送往医院。四名男子被指控犯有重大过失、过失杀人和意外伤害，因为他们没有通知当局，用于检查天然气管道焊缝的源在工作后没有回收。

#### **方框 I-9. 工业射线探伤源事故：秘鲁亚南戈，1999 年**

目前尚不清楚这起事故是否是有人篡改安全锁造成的。当已处理的射线探伤胶片为空白时，识别出故障情况。寻找源的重点是那些在该地区的人。一个焊工把它捡起来，放在口袋里带回家。由于那次事故，他失去了一条腿，他的妻子也受了轻伤。

I-33. 如果建筑物被遗弃或设备无人看管，破坏或其他干扰可能导致与远程治疗源相同的问题。源仍然很小，可以很容易地从容器中取出。

I-34. 工业射线探伤工业竞争激烈，有许多小公司，因此每年都会有一些公司停业或破产。在此背景下，源被直接遗弃的风险增加。

I-35. 大多数工业射线探伤放射源的数量多、工作环境、活度水平和便携性/机动性使其成为盗窃的主要目标（方框 I-10）。

#### 方框 I-10. 工业射线探伤源失窃：印度

一辆垃圾收集车的工作人员偷走了一个装有 185 吉贝可铯-137 放射源的屏蔽容器，放射性源约为 0.3 太贝可。屏蔽容器卖给了一个废金属回收商，源组件放在司机座位下。在当地警方调查的支持下，通过一次搜查行动，在一个火葬场发现了该源。一个实体保卫队搜索小组追踪到了该源。

#### 高/中剂量率近距离放疗

I-36. 应用。近距离放射治疗是一个术语，用于描述在组织间质或腔内施用放射源，将该源直接置于肿瘤（乳房、前列腺）、模具（皮肤、直肠）或特殊敷贴器（阴道、子宫颈）中。近距离放射治疗的应用有两种稍微不同的类型。这些通常被称为高剂量率（HDR）近距离治疗（II 类）和低剂量率（LDR）近距离治疗（类别 4 或 5）。这两种应用都使用物理上可能很小的源（直径小于 1 厘米，只有几厘米长），因此很容易丢失或遗忘。高剂量率放射源和一些低剂量率放射源可以是连接到设备（远程后加载设备）的长线形式。

I-37. 历史上，镭-226 用于近距离放疗。镭近距离治疗源的使用，促进许多国家建立监管控制。该源用铂封装在宽度为几毫米、长度达 5 厘米的针头或管子中。然而，氦气和氡气的积聚会导致封装内存在压力，封装可能破裂，导致污染。因此，镭-226 被其他放射性核素所取代。

I-38. 大多数现代高剂量率和中剂量率的近距离放疗是用铯-137 进行的，钴-60 和铱-192 是替代源，但在常规情况下获取该替代源可能更困难。源可以制造成不同的尺寸和形状，包括线或带状。

I-39. 这些源的应用可以是手动的，也可以是遥控的。出于辐射防护的原因，只手动使用低活性源，后装技术分为有和无两种情况。由于不使用时，

对源的屏蔽，后装装置可能较重，并且该装置可能在设施内以轮子运输。远程后加载装置还可以包含用于其操作的电气和电子部件。当使用这些装置时，首先将导管插入体内，然后通过遥控器将连接到电缆的源引入体内。这些器件通常使用铯-137 和铱-192 的低活性源或铱-192 的高活性源（最高 0.4 太贝可）。

I-40. 近距离放射治疗的放射源位于医院、诊所和类似的医疗机构，这些设施可能有大量源。近距离放疗比远距离放疗使用得少，但其使用正在增加。

I-41. 失控的可能原因。不使用时，近距离放射治疗源通常贮存在铅屏蔽的容器中，但也有放射治疗源被不恰当地装载在运输车上的敷贴器内的情况。类似情况是，超过使用寿命的源被留在安全容器或运输容器内。

I-42. 个别人工近距离放射治疗源，可能成为无看管源，不太可能危及生命，但它们可能产生确定性效应或严重污染。然而，总的问题是该源的潜在丢失，使问题更加严重。一个主要的放射治疗设施，可能有几百个近距离放射治疗源，这些近距离放射治疗源不断地被移动和操作。有许多报道称，近距离放射治疗源被丢弃在正常废物中，并在不知情的情况下，留在出院病人或尸体体内。然而，该问题特征在很久以前就被认识到，并导致许多国家要求在使用近距离放射治疗源的设施的出口点安装辐射探测器。

I-43. 如果远程后装器的电缆断开，则源可能会分离。如方框 I-11[I-10]所示，不认识这些问题可能会造成重大风险。其风险与工业射线探伤源相似。

### 方框 I-11. 丢失铯-137 HDR 源：美国，1992 年

1992 年 12 月 1 日，美国核管制委员会被一个癌症中心告知，在另一城市的废物焚化炉设施，辐射警报被触发时，发现高剂量率放射源远程距离放射治疗后装器丢失的 0.14 太贝可铯-137 源。显然，在 1992 年 11 月 16 日，对一名病人进行治疗时，电源线断了，源被遗留在老年病人身体内。病人遭受了高剂量照射，于 1992 年 11 月 21 日死亡。其他 90 多人也受到照射。虽然后装器线路的设计有一些弱点，但由于中心辐射安全程序的缺陷，包括没有对病人、后装器或治疗室进行巡测，所以很长时间没有注意到破损。

1992 年 12 月 7 日，一个后装载器发生了几乎相同的线路故障，但由于实际注意到立即将其到断裂，所以辐射后果极小。

### 校准设施

I-44. 应用。有大量的放射源用于仪器校准和其他校准目的。由于它们涵盖的放射性核素和放射性活度范围很广，因此不能将这种实践归入任何一类；然而，较大的钴-60 和铯-137 校准源通常属于 II 类。其他源可能属于 III 和 IV 类，仪器检查源可能属于 V 类。

I-45. 一些校准源，特别是那些高活性的校准源，位于大型屏蔽设施内专门设计的屏蔽和准直器件中。另外只是一些个别源，可用于研究和教育机构内的各种目的。过去，镭-226 被广泛用于校准目的，镭-226/铍和钚-238/铍源在中子仪器校准和中子屏蔽实验中并不少见。

I-46. 失控的可能原因。对于特殊外壳内的大型校准源，失控的原因通常与远程治疗或近距离放疗设备的失控原因相同。对于铅容器（通常称为“金属块”）中的个别源，导致它们成为被忽视的无看管源，其主要因素是，源或设备不再需要，或负责的工作人员离开。

### III 类源

#### 固定式工业仪表

I-47. 应用。许多工业，在开采、制造或加工过程中，必须测量材料的放射性水平、厚度、密度、含水量或存在情况。使用放射源可以在不接触材料本身的情况下对其测量。可以使用许多不同种类、不同活度的放射性核素。在



不同的具体应用中，工业仪表可能含有相对少量的放射性物质，或可能含有放射性活度接近 1 太贝可的源。较大活度（约 100 吉贝可）铯-137、钴-60 和镭-226 源（用作水准仪、输送机、挖泥船、鼓风机或旋压管规）为 III 类源，而大多数其他测量厚度、湿度/密度和液位的仪表使用 IV 类源。

I-48. 炼钢用的鼓风机，经常使用钴-60 源来测量炉底耐火材料衬的磨损。旋压管规使用铯-137 来测量穿过管规中心的管的壁厚。虽然管规属于固定仪表的范畴，但也可以安装在卡车上。然而，由于使用铅或钨等屏蔽材料，它们可能相当重（约 100 公斤）。

I-49. 失控的可能原因。该组中的源可能放置在不适合人类持续工作的位置。因此，它们可能会积聚多层灰尘、污垢、油脂和机油，这可能会覆盖任一警告标签。在一个设施中可能存在很多此类仪表。通常，这些装置不是很大，但是它们可能位于离辐射探测器一定距离处，辐射探测器可以在其外壳内具有相关联的电气或电子部件。由于这些设备可能连接到，看起来无危害的过程控制设备上，因此可能无法识别这些设备或源在设施内的位置。如果设施决定翻修工厂或终止作业，这种不正确的认识可能导致源失去控制（方框 I-12、I-13）。

### 方框 I-12. 源熔化事故：西班牙洛斯巴里奥斯，1998 年

1998 年 6 月 11 日，在法国南部和意大利北部，检测到空气中的铯-137 含量升高。根据气象数据和分析，发现这是由于西班牙南部或北非某地的放射性释放造成的。随后的询问和调查，揭示了以下一系列事件。

1998 年 5 月 30 日，一个不为人知的铯-137 源，在西班牙洛斯巴里奥斯，一家名为阿塞里诺克斯 (Acerinox) 不锈钢工厂的电炉中熔化。结果，蒸气从烟囱排出，部分积聚在过滤系统内，导致已收集的 270 吨灰尘受到污染。6 月 1 日至 2 日，作为例行维护的一部分，这些灰尘被移走，送到离洛斯巴里奥斯几百公里的两个不同的工厂。一家公司收到 150 吨灰尘，用于稳定处理沼泽地，这使得污染物质量增加到 500 吨。该事件的第一个警告，是 6 月 2 日的一个大门监测器发出的，它在一辆运走灰尘的空卡车返回时发出警报。6 月 9 日向当局通报了这一事件，并于 6 月 11 日测量到了上述气载放射性。

这一事件的辐射后果很小，有 6 人受到轻微的铯-137 沾污。然而，其经济、政治和社会影响是重大的。粗略估计，损失包括停产损失 2000 万美元、用于清理作业的 300 万美元以及用于废物贮存的 300 万美元。公众恐慌也很严重，媒体大规模参与，西班牙当局政治压力很大。

### 方框 I-13. 鼓风机源事件：罗马尼亚，2001 年

一家商业公司于 2000 年 8 月开始拆除两座鼓风机，2001 年 6 月完成了其中一座高炉的拆除工作。退役是在未经监管机构核准的情况下进行的，并于 2001 年叫停，当时监管机构的现场检查发现辐射水平为 0.5—400 毫希沃特/小时，其中一些碎片砖的最高辐射水平为 4 毫希沃特/小时。每座加热炉含有约 36 个小的钴-60（含有银-110）放射源，其放射性活度在约 0.4 至 20 吉贝可之间，这些放射源是 1985 年为控制壁厚而安装的。该事件的后果是，一大片地区受到钴-60 的污染，一大堆衬砖可能含有更多的放射源。大约 12 名工作人员可能受到辐射照射，但似乎没有可测量到的辐射损伤。

I-50. 这些设备通常永久安装在产品计算机上，使用时通常是安全的。最大的问题出现在源本身使用寿命结束时，或安装源的工厂或设备。有许多例子

表明，源要么从设备中移除并存放在仓库中，要么干脆留在废弃工厂的设备上。

I-51. 在有些情况下，源长期处于该状况，并且随着时间的推移，已经丧失了对其存在的了解。在其他情况下，虽然所涉时间很短，但关键工作人员离开了组织，导致由于经济原因，该现场该一部分要紧急退役或清理。

### 测井仪

I-52. 应用。测井仪一般在勘探水、煤、石油或天然气的地区使用。使用中子和  $\gamma$  源，确定地质构造密度、孔隙度和含水量或烃含量。最常用的中子源是高达 800 吉贝可的镅-241/铍，但也有使用钷-239/铍和镭-226/铍的。最常用的  $\gamma$  源是 50—100 吉贝可铯-137。较小的源，往往是镭源，仍然用作参考。源通常包含在长（通常为 1—2 米）但薄（直径小于 10 厘米）的器件中，这些器件还包含探测器和各种电子元件。这些器件非常笨重，因为其使用环境要求结实耐用。

I-53. 失控的可能原因。贮存和运输中子源的容器外壳很大，可能对窃贼很有吸引力。防护罩的大部分通常是塑料或石蜡，可能会被小偷当做废物丢弃，导致存在潜在的危险情况。 $\gamma$  源的外壳通常用贫化铀或铅屏蔽，这两种材料拆下来可以卖掉，因此对窃贼而言很有吸引力（方框 I-14）[I-11]。

#### 方框 I-14. 窃取测井源：尼日利亚，2002 年

2002 年 12 月，两个用于测井的镅-241/铍源，在尼日尔河三角洲南部过境时，在石油公司卡车上被盗。此类源的典型活性约为 0.7 太贝可。为了找到这两个源，采取了公开宣布、动用警力和加强边境警戒等措施。医护人员也被提醒，要提防任何长期恶心或皮肤灼伤的人。大约 8 个月后，在欧洲的一批废旧金属中发现了这两个源。

I-54. 这些源使用的工作性质要求，它们容易地从它们的外壳中移除，以被引入到钻孔中。如果不对其进行适当控制，很容易使其处于危险状态。这类源成为无看管源的潜在可能与，工业探伤机相似。然而，放射性活度和辐射剂量率一般更低。

I-55. 虽然这些装置的放射性，通常低于工业探伤机，但在偏远地区携带和使用这些装置，可能使它们容易丢失或被盗。

### 起搏器

I-56. 应用。在二十世纪七十年代和八十年代，使用放射性物质作为能量源的**心脏起搏器**（即非常小的 RTG），被植入许多病人体内。最常用的放射性核素是钷-238（其中少量的镅-241 是污染源）。钷-238 的一个优点是：易屏蔽、外照射剂量率小。然而，这些源成为无看管源之后，也很难被探测到（框 I-15）。

#### 方框 I-15. 起搏器的熔化事件：英国，2000 年

2000 年，对英国一家铸造厂的钢，进行质量保证测试表明：约 140 吉贝可钷-238 的钢已经熔化。这很可能来自起搏器。铸造厂有精密的入口监测设备，以检查进入的废金属是否有  $\gamma$  核素。然而，这些设备不能测到钷-238。所造成的剂量微不足道，但这样一次事件的清理和处置费用高达数百万美元。

I-57. 失控的可能原因。对病人的追踪并不总是那么容易，而且可能有植入物与尸体一起火化的情况。这种源也有可能尸检后被丢弃，最终可能作为金属回收利用。钷-238 源很容易被屏蔽，这也意味着它们不容易被发现。

## IV 类源

### 低剂量率近距离放射治疗源

I-58. 应用。关 II 类源的近距离放射治疗的一般性讨论，在此也适用，但放射性活度较低，而且使用了一些不同的放射性核素。除铯-137 和铱-192 外，还使用了碘-125、金-198 和镭-252 等放射性核素。

I-59. 失控的可能原因。这些与前面讨论的相同，不同之处在于：源的活度越低，危害就越小 IV 类源通常太小，不会因其放射性而造成重大损害。

### 厚度计和填充液位计

I-60. 应用。 $\beta$  或低能  $\gamma$  源用于测量纸张、塑料和薄的轻金属，较高能的  $\gamma$  源用于钢板制造。啤酒厂或软饮料装瓶厂等行业，会使用低活度源进行质量

控制，以确保瓶子或罐头装满。卷烟制造商也使用源，以确保维持适当的包装密度。

I-61. 这些行业中通常使用的放射性核素是氦-85、铟-90、镅-241、钷-147 和镅-244 以及铯-137。活度范围从 0.4 吉贝可到约 20 吉贝可不等。

I-62. 失控的可能原因。这些基本上与其他固定工业仪表相同，但由于厚度计和填充液位计规，通常使用较低活度的弱贯穿辐射，因此潜在的危害较小。

### 便携式仪表

I-63. 应用。便携式湿度或密度计，包含测量所需的源、探测器和电子装置。湿度通常用约 2 吉贝可的镅-241/铍源测量，密度用约 0.4 吉贝可的铯-137 源测量。所述源物理尺寸较小，典型长度为数厘米，直径几厘米，并且可以完全位于所述装置内或者位于杆和把手组件的端部。所述源在尺寸上物理上较小，典型地长几厘米，直径几厘米，并且可以完全位于所述装置内或者位于杆和把手组件的端部。

I-64. 在农业领域，使用水分计以确保最佳灌溉；而在道路施工中，经常使用组合计或密度计，以确保地基材料压实得适当。

I-65. 失控的可能原因。这类源通常装在被锁车厢中运输，这意味着，如果车辆本身被盗，这些源就可能作为随之被盗。这些装置似乎有一定的吸引力，这些装置常规被盗的数目就证明了这一点。此外，这些源还用于偏远的道路建设工地。用于偏远地区且尺寸小，使它们容易失控或被盗。有时被其他筑路设备损坏，可能被忽视。

### 骨密度计

I-66. 应用。顾名思义，这些源在被设计用于测量骨密度的装置中使用，作为骨质疏松评定的一部分。使用的放射性核素为镅-109、钷-153、碘-125 和镅-241，活度范围约为 1 至 50 吉贝可。X 射线现在广泛应用于这类设备中。

I-67. 失控的可能原因。从历史上看，没有任何记录表明骨密度计源发生过失控。

## 静电消除器

I-68. 应用。在许多工业中，制造过程中产生的静电会产生问题，导致灰尘被部件所吸引，或可能引发火灾。为了使这些问题最小化，可以使用包含镭-241 和钋-210 源的静电消除器。这些设备的大小不一，有几厘米大小的手持设备，也有几米长、几厘米宽的固定装置。由于静电消除器发射  $\alpha$  粒子，源结构易受攻击，经不起物理伤害或火灾，这两种情况都可能导致污染扩散。

I-69. 失控的可能原因。同样，在静态消除器使用的源成为无看管源方面，也没有太多案例。然而，在一起事件中，有人蓄意收集和掩埋了许多这种源。

## V 类源

I-70. 应用。有大量不同种类的 V 类源用于：X 射线荧光、电子捕获装置、穆斯堡尔谱仪、正电子发射断层扫描检查、氡靶和烟雾探测器。此外，皮肤和眼部病变的表面治疗，可使用铯-90/钷-90 源进行。上世纪七十年代，鼻咽敷贴器（铯-90）取代了“克罗”镭探头。此外，最初使用氡-222 和金-198 种子，研制了具有放射性种子的永久植入物。目前，永久性植入物使用碘-125、钷-106/铯和钷-103。

I-71. 失控的可能原因。V 类源的危害很小，一般不需要在国家战略中加以考虑。然而，它们仍然需要受到监管控制。

## 特殊情况

### 遗留源

I-72. 应用。遗留源是那些在有效监管要求之前就已经存在的源，这些源可能根本没有或没有以适当的方式加以处置。现有遗留源的类型，将取决于监管控制何时开始在一个国家生效。大多数遗留源可能是镭（方框 I-17），但不全是镭（方框 I-16）。下文列出了二十世纪上半叶镭源的类型和各种源的用途，其中一些放射源涉及未密封的放射性物质：

- 医疗应用，包括镭近距离治疗；
- 镭发光装置和发光设施；
- 使用镭的工业探伤机；
- 人工假冒医疗器械；

- 静电消除器；
- 工业烟雾探测器；
- 避雷系统。

#### 方框 I-16. 非镭遗留无看管源：印度

并不是所有遗留的源都是镭，而是取决于一个国家何时首次建立监管控制。一家公司的经理，要求监管机构就工作人员发现该公司拥有的 185 吉贝可铯-137 源，提供咨询意见。经调查发现，该源是二十世纪五十年代初公司办公室进口的，当时印度的监管尚处于初期阶段。因此，没有对该源进行监管。随后对该源作了适当处理。

#### 方框 I-17. 镭发光仪器的发现：英国，1984 年

1984 年，英国主管当局注意到一家专门为老式飞机和军用车辆提供备件的公司。该公司的仓库中有 7000 多箱备件，探测到其中约有 2000 箱含有镭，大部分是发光物品。在许多情况下，覆盖发光化合物的清漆已经破裂，并存在镭污染。

I-73. 失控的可能原因。如果一个国家在建立有效的监管基础设施之前，就开始了工业化和放射源的相关使用，那么很可能会有大量遗留下来的放射源成为无看管。在这种情况下，任务变成了创建初始国家注册。必须注意确保充分覆盖各个部门，例如医疗、工业和学术用途（包括核研究）。

I-74. 一些医生购买了自己的镭近距离放射治疗源，并把它们存放在家里。这些习惯可能被其他同行沾染，也可能只是偶然发现的。在银行金库中发现了各种镭源，由于当时价值高（在二十世纪二十年代每克 10 万美元），有时就存放在那里。由于早期镭源是用细金管做成的，里面有镭盐溶液，其中一些放射源进入了黄金回收市场。在二十世纪八十年代的美国，作为一项特别活动[I-12]的一部分，回收了几百件受镭污染的黄金物品。

I-75. 在一些国家,从二十世纪三十年代到二十世纪六七十年代,镭的发光设施很普遍。许多都是军方经营的。可能还需要调查贮存大量发光物品的贮存设施,例如一些军事设施或早期的商用飞机或钟表制造商。

### 研究和学术用途

I-76. 应用。放射源在教学和研究中的应用,是多种多样的。几乎任何活度的任一放射性核素,都可以在某些研究工作中找到用途,因此,这种源几乎可以属于任何类别。

I-77. 上述许多医疗和工业中使用的源,可在大学和研究机构中找到。有些源是经过改装过的,以便为研究目的提供更广泛的操作条件。这通常意味着,安全解决方案更多地依赖操作程序而不是依赖设计,因此,这种使用给维持源的安全和安保带来了更多的挑战。

I-78. 然而,许多研究中使用的大多源,活度低且/或半衰期短。氚( $^3\text{H}$ )和碳-14是常用的,但它们的 $\beta$ 辐射很弱,因此造成对不太严重的辐射问题失去控制。许多这样的源用于电子捕获、气相色谱和穆斯堡尔谱设备。

I-79. 值得注意的例外情况是,在农业研究中使用高活度(最高1拍贝可)钴-60和铯-137源,对材料和植物进行辐照或灭菌,以及使用几兆贝可或吉贝可的镅-241/铍或铯-137源进行密度和水分测量。虽然少数辐照设施的规模,可能与工业设施相似,但大多数设备是固定的、自屏蔽型的,其设计目的是将样品接收到人不能进入的辐照室中。

I-80. 失控的可能原因。研究工作通常是作为学生论文的一部分或根据专门资助的合同进行的。包括放射源在内的设备,可能是专门为某一特定项目获得的。当论文研究工作完成或资金耗尽时,可能不会立即或进一步使用这些源,负责人可能会离开本组织。在许多情况下,这些源会被存储,但是在组织内可能没有任何明确的“所有者”来负责。因此,当设备闲置和知识渊博的工作人员离开时,研究或教学资源方面的主要问题就会出现(方框 I-18)。



**方框 I-18. 可能由于一个研究设施源导致的致命事故：爱沙尼亚，1994 年**

1994 年在爱沙尼亚塔米库发生的一次致命的辐射事故[I-13]，涉及一个最初在运往塔林金属回收设施的废金属中发现的源。据估计，铯-137 源的活度约为 7 太贝可，可能是某研究设施的辐照器组件中的一部分。

**前军事地点和冲突地点**

I-81. 应用。军事用途的放射源，不在本“安全导则”的范围之内。然而，对典型军事用途放射源的一些理解是有益的，因为有时军事场址被放弃或恢复到民用。军事应用的典型例子包括：

- 同位素热电源（RTGs）；
- 核武器攻击模拟训练源；
- 校准源；
- 发光装置中的镭和氡（活度大于民用放射源）。

I-82. 失控的可能原因。可能出现的情况有：

- 外国军队撤出一个国家；
- 在一个军事指挥结构可能暂时无法运作的国家，发生重大政治变化；
- 发生军事冲突的国家或地区。

I-83. 经验表明，所有这些情况都可能源成为无看管源，并对公众构成严重威胁。除非当时适当处理了源，否则无看管源可能会在环境中长期存在，在某些情况下，无看管源可能仍然存在于旧的冲突地点中（方框 I-19）。

### 方框 I-19. 受战争影响地区的源：克罗地亚，1991—1995 年

从 1991 年 7 月至 1995 年 9 月，克罗地亚领土几乎有一半受到战争的影响。附带损害很大，如下表所示，若干源受到影响。其中大多数是 V 类及以下源。

应用	原始源数	无看管源	
		恢复	烧毁或遗失
烟雾探测器	8298	1710	1180
避雷系统	151	60	0
医疗	17	0	0
工业	103	18	24

避雷系统是防护最薄弱的，所遭受的破坏最大。  
离源 1 米处的可及剂量率可达 3 毫希沃特/小时。

### 方框 I-20. 军方源事故：格鲁吉亚利洛，1997 年

1992 年，随着前苏联的解体，苏联军队放弃了在格鲁吉亚的军事设施。其中之一是在利洛的一个训练营地，由格鲁吉亚军队接管。1997 年 10 月，11 名士兵出现辐射引起的皮肤损伤。对该设施进行的辐射监测搜寻显示，有 12 个废弃的铯-137 源，其活度从数百万贝可至 164 吉贝可不等。以前的占领者在民防训练中使用过；这些源被隐藏在训练营地中，学员必须找到这些源。许多源仍然藏在原来的地方。此外，在现场还发现了一个用于瞄准具的钴-60 源和 200 个小型镭-226 源。六年多后，士兵们仍在接受伤病治疗。

I-84. 军事冲突地区的另一个考虑是，炮弹、炸弹和其他弹药造成的附带损害，可能涉及对放射源本身或其所在建筑物的损害。这可能导致设施或源被遗弃，人们对这些设施或源会实施抢劫或拾荒。

## 附件 I 参考文献

- [I-1] 国际原子能机构《放射源的分类》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.9 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [I-2] 国际原子能机构《 $\gamma$ 、电子和 X 射线辐照设施的辐射安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-8 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。
- [I-3] 国际原子能机构《圣萨尔瓦多的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（1990 年）。
- [I-4] 国家核安全和保障委员会《钴-60 污染事故》，第 CNSNS-IT-001 号报告，国家核安全和保障委员会，墨西哥城（1984 年）。
- [I-5] 国际原子能机构《哥亚尼亚的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（1988 年）。
- [I-6] 国际原子能机构《伊斯坦布尔放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [I-7] 国际原子能机构《萨马特·普拉卡恩的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。
- [I-8] 国际原子能机构《从工业放射照相术中吸取的教训》，《安全报告丛书》第 7 号，国际原子能机构，维也纳（1998 年）。
- [I-9] 国际原子能机构《延安戈的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [I-10] 美国核管制委员会《1992 年 11 月 16 日印第安纳州区域癌症医疗中心铯-192 源丢失和治疗不当》，第 NUREG-1480 号报告，美国核管制委员会，华盛顿特区（1993 年）。
- [I-11] ELEGBA, S.B., “尼日利亚放射源的进出口控制”，《放射源的安全和安保：辐射源全寿期连续控制的全球系统》（国际会议论文集，波尔多，2005 年），国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

- [I-12] LUBENAU, J.O., “公共领域的失控放射源：历史视角”，《保健物理》第 762 期（1999 年）第 S16 页。
- [I-13] 国际原子能机构《Tammiku 的放射事故》，国际原子能机构，维也纳（1998 年）。

## 附件 II

### 使用原子能机构特派团识别的共性问题 和可能解决方案辅助制定国家战略

II-1. 在 2002 年至 2005 年期间，原子能机构派出了几批特派团，辅助各国起草恢复对无看管源控制的国家战略。以下几个表列出了，这些特派团在评定和发展阶段，识别出一些共同问题的一般例子，还针对可能采取的行动、优先事项和资源提出了设想。这些表格旨在辅助制定一项简单的国家战略行动计划。然而，这些建议仅作为一般性指导，并不意味着要将其视为一份清单；也不排除针对更适合当地情况的一般解决方案，而采用的其他创造性想法或努力。

II-1. 在所有具体的国家战略中，每个问题都需要分解成具体组成部分，并采取适合该国具体情况的特定方式加以处理。然后，每个具体问题将有其自身的优先解决方案。

<b>问题</b>	<b>可能的无看管源：</b> 对无看管源未进行管理或实物搜寻。对不受监管的辐射源，没有寻找例行工作。缺乏公开一些源实际存在而未注册的可能性。
<b>行动</b>	使用管理搜寻(必要时实物搜寻)初步评价无看管源出现的可能性。在例行视察和检查中，使用本“安全导则”描述的方法，提出问题并进行搜寻。
<b>优先级</b>	初步评价具有高优先级。根据源类别和失去控制的时间，进行实物搜寻的优先级。例行“搜寻”需要成为常规任务的组成部分。
<b>资源</b>	初始工作需要大量的人力资源。实物搜寻通常是非常昂贵的。

<b>问题</b>	<b>授权问题:</b> 已出现或正在出现没有授权或许可证问题。授权申请表有缺陷, 相关费用不支持预期行为, 对丢失源未要求呈报给监管机构或其他有关政府机构。
<b>行动</b>	执行授权过程, 确保该授权验证所需的所有信息是可用的。确保此时已经收集了注册所需的所有数据, 且收费和进程支持预期结果。修订要求通报丢失源的规章制度。
<b>优先级</b>	高
<b>资源</b>	制定和执行高质量授权过程的人力资源。

<b>问题</b>	<b>未对已知拥有源的企业进行调查:</b> 特别是, 没有对源最终处置不明的设施进行调查。一些设施现在已经废弃或破产。
<b>行动</b>	在有关设施获得授权进行实物搜寻。建立一个程序, 定期联系所有的设施, 以便如果某个设施停止作业, 即被获知。
<b>优先级</b>	对于已停止作业的设施, 其优先级, 视其拥有的源而定, 可能高, 也可能低。为开展调查而建立的新程序, 其优先级低。
<b>资源</b>	获得必要授权的人员时间。制定和执行日常检查程序的工作人员时间。

<b>问题</b>	<b>已知废弃源:</b> 已知有一个或多个位置的源被废弃。一些源属于较高类别。对一些易受攻击源的控制程度是不够的。
<b>行动</b>	开展控制这些源的活动。从更高类别的源开始, 确保它们处于安全的环境中。这可能意味着改进它们当前的存储, 将它们带到中央存储或处置设施, 或将其退还给供应商。如果没有足够的设施, 则需要建造当地或区域设施。
<b>优先级</b>	源的类别越高、易受攻击性越大, 则其优先级越高。
<b>资源</b>	需要的资源将在很大程度上取决于具体情况。然而, 它们可能是重要的。

<b>问题</b>	<b>没有足够的临时或永久地点存储或处置废弃源：</b> 没有国家放射性废物处置设施或临时源存储设施。
<b>行动</b>	创建安全可靠的临时源存储设施。开始设计、资助和建造永久存储或处置设施，例如钻孔处置设施。
<b>优先级</b>	临时存储设施的优先级为高。永久存储设施或处置设施的优先级为中。
<b>资源</b>	临时存储设施的成本差别很大，取决于对特定位置必须进行多大程度的改造。例如，围栏内的一个货运集装箱用作这种临时存储设施，费用则相对低廉。永久性设施的成本要高得多，但在钻孔处置设施中处置源是可行的，而且没有建设一个更通用的国家废物处置场所那么昂贵。

<b>问题</b>	<b>未知源的进口（或出口）：</b> 要么没有要求报告进入国家的源，要么没有严格应用或执行。
<b>行动</b>	制定、实施和执行至少符合《源安全和安保行为守则》导则中有关放射源进出口的规定。
<b>优先级</b>	高
<b>资源</b>	如果没有现行的法律或法规，则需要长期投入大量人力资源。执行现有报告要求的工作虽少，但仍然很重要。

<b>问题</b>	<b>边境监测问题：</b> 没有边境监测或监测不足。对可能接触放射源的执法人员、海关人员、边检人员和港务局人员没有培训。在发现放射性物质时，工作人员缺乏设备或专家支持。
<b>行动</b>	分析边境监测的必要性及其在探测无看管源或非法贩运的可能效果。在评价的基础上提供必要的设备、培训和支持。
<b>优先级</b>	取决于无看管源或非法放射源进入该国的可能性。对 <b>边境</b> 监测人员的培训和专家支持，通常将是中到高的优先级。
<b>资源</b>	收集数据并进行分析的人员。全部必要设备的费用可能很重要（门式辐射侦测器的费用约为 10 万美元，一套辐射监测设备的费用约为 7 万美元）。还需要考虑设备的维护费用。

<b>问题</b>	<b>未就非法贩运问题通知警察和其他执法机构：</b> 特别是在源被盗、遗失或找到的情况下，海关官员、监管机构和执法机构之间缺乏沟通。
<b>行动</b>	在有关机构之间签署谅解备忘录。举办联合培训课程，让工作人员互相了解并讨论共同的问题。
<b>优先级</b>	高到中，取决于问题的严重程度。
<b>资源</b>	制定和商定谅解备忘录的工作人员时间。筹备联合培训课程的时间和费用很高，工作人员参加这些课程也需花费很长时间。

<b>问题</b>	<b>未考虑源的安保：</b> 在使用、存储和运输源时，没有特别考虑其安保问题。
<b>行动</b>	根据导则评价所有源的安保性，并根据需要进行修改。更新包含的安保条款时，考虑修改源授权条件。
<b>优先级</b>	I类和II类源的优先级为高。III类源的优先级为中。
<b>资源</b>	安保安全检查可以纳入对许可证持有者的常规检查，对工作人员时间的影响最小。安保升级的成本可能很高。

<b>问题</b>	<b>怀疑存在废弃源：</b> 有证据或有嫌疑存在监管机构不知道的废弃源。
<b>行动</b>	刊登一些广告，宣布对申报和收集不再使用的源实行大赦。完全免费收集并安全保护当前所有者已声明的所有源。
<b>优先级</b>	中
<b>资源</b>	与广告、收集、运输、存储或处置废弃源有关的费用可能很大。



<b>问题</b>	<b>缺乏废弃金属监测：</b> 金属回收行业很少或根本没有进行监测。
<b>行动</b>	鼓励大型废旧金属经销商采购和安装辐射探测设备，并培训其工作人员识别源的三叶形辐射标志和典型容器。
<b>优先级</b>	中
<b>资源</b>	与编制适当培训材料以提高认识有关的费用。回收、存储或处置已发现源的有关费用。一旦发现无看管源进入废弃金属循环的相关潜在风险，该行业通常将支付固定式或手持式仪器的费用。

<b>问题</b>	<b>对金属回收场所没有宣传活动：</b> 未通知废弃金属经销商无看管源的可能性或它们的样子。
<b>行动</b>	向每个金属回收设施发出信函，通知它们这一问题，并附上原子能机构关于废弃金属信息工具包的宣传单。
<b>优先级</b>	中
<b>资源</b>	起草并寄出信函的时间、邮费。使用原子能机构的免费出版物。



## 参与起草和审订人员

Cain, C.	美国核管制委员会
Croft, J.	英国卫生保健局
Dodd, B.	美国 BD 咨询公司
Kutkov, V.	国际原子能机构
Reber, E.	国际原子能机构
Zelege, A.	埃塞俄比亚国家辐射防护机构
Zombori, P.	国际原子能机构



## 国际原子能机构安全标准核可机构

星号表示通讯成员。通讯成员收到征求意见稿和其他文件，他们一般不参加会议。两个星号表示候补者。

### 安全标准委员会

阿根廷: González, A.J.; 澳大利亚: Loy, J.; 比利时: Samain, J.-P.; 巴西: Vinhas, L.A.; 加拿大: Jammal, R.; 中国: 刘华 (Liu Hua); 埃及: Barakat, M.; 芬兰: Laaksonen, J.; 法国: Lacoste, A.-C. (主席); 德国: Majer, D.; 印度: Sharma, S.K.; 以色列: Levanon, I.; 日本: Fukushima, A.; 韩国: Choul-Ho Yun; 立陶宛: Maksimovas, G.; 巴基斯坦: Rahman, M.S.; 俄罗斯: Adamchik, S.; 南非: Magugumela, M.T.; 西班牙: Barceló Vernet, J.; 瑞典: Larsson, C.M.; 乌克兰: Mykolaichuk, O.; 英国: Weightman, M.; 美国: Virgilio, M.; 越南: Le-chi Dung; 原子能机构: Delattre, D. (协调员); 核安全咨询小组: Hashmi, J.A.; 欧盟: Faross, P.; 国际核安全小组: Meserve, R.; 国际放射防护委员会: Holm, L.-E; 经济合作与发展组织核能署: Yoshimura, U.; 安全标准委员会主席: Brach, E.W. (运输安全标准委员会); Magnusson, S. (辐射安全标准委员会); Pather, T. (废物安全标准委员会); Vaughan, G.J. (核安全标准委员会)。

### 核安全标准委员会

阿尔及利亚: Merrouche, D.; 阿根廷: Waldman, R.; 澳大利亚: Le Cann, G.; 奥地利: Sholly, S.; 比利时: De Boeck, B.; 巴西: Gromann, A.; \*保加利亚: Gledachev, Y.; 加拿大: Rzentkowski, G.; 中国: 李京喜 (Jingxi Li); 克罗地亚: Valčić, I.; \*塞浦路斯: Demetriades, P.; 捷克: Šváb, M.; 埃及: Ibrahim, M.; 芬兰: Järvinen, M.-L.; 法国: Feron, F.; 德国: Wassilew, C.; 加纳: Emi-Reynolds, G.; \*希腊: Camarinopoulos, L.; 匈牙利: Adorján, F.; 印度: Vaze, K.; 印度尼西亚: Antariksawan, A.; 伊朗: Asgharizadeh, F.; 以色列: Hirshfeld, H.; 意大利: Bava, G.; 日本: Kanda, T.; 韩国: Hyun-Koon Kim; 利比亚: Abuzid, O.; 立陶宛: Demčenko, M.; 马来西亚: Azlina Mohammed Jais; 墨西哥: Carrera, A.; 摩洛哥: Soufi, I.; 荷兰: van der Wiel, L.; 巴基斯坦: Habib, M.A.; 波兰: Jurkowski, M.; 罗马尼亚: Biro, L.; 俄罗斯: Baranaev, Y.; 斯洛伐克: Uhrík, P.; 斯洛文尼亚: Vojnovič, D.; 南非: Leotwane,

W; 西班牙: Zarzuela, J.; 瑞典: Hallman, A.; 瑞士: Flury, P.; 突尼斯: Baccouche, S.; 土耳其: Bezdegumeli, U.; 乌克兰: Shumkova, N.; 英国: Vaughan, G.J. (主席); 美国: Mayfield, M.; 乌拉圭: Nader, A.; 欧盟: Vigne, S.; 欧洲原子能公司: Fourest, B.; 原子能机构: Feige, G. (协调员); 国际电力委员会: Bouard, J.-P.; 国际标准化组织: Sevestre, B.; 经济合作与发展组织核能署: Reig, J.; \*世界核能协会: Borysova, I。

## 辐射安全标准委员会

\*阿尔及利亚: Chelbani, S.; 阿根廷: Massera, G.; 澳大利亚: Melbourne, A.; \*奥地利: Karg, V.; 比利时: van Bladel, L.; 巴西: Rodriguez Rochedo, E.R.; \*保加利亚: Katzarska, L.; 加拿大: Clement, C.; 中国: 杨华庭 (Huating Yang); 克罗地亚: Kralik, I.; \*古巴: Betancourt Hernandez, L.; \*塞浦路斯: Demetriades, P.; 捷克: Petrova, K.; 丹麦: Øhlenschläger, M.; 埃及: Hassib, G.M.; 爱沙尼亚: Lust, M.; 芬兰: Markkanen, M.; 法国: Godet, J.-L.; 德国: Helming, M.; 加纳: Amoako, J.; \*希腊: Kamenopoulou, V.; 匈牙利: Koblinger, L.; 冰岛: Magnusson, S. (主席); 印度: Sharma, D.N.; 印度尼西亚: Widodo, S.; 伊朗: Kardan, M.R.; 爱尔兰: Colgan, T.; 以色列: Koch, J.; 意大利: Bologna, L.; 日本: Kiryu, Y.; 韩国: Byung-Soo Lee; \*拉脱维亚: Salmins, A.; 利比亚: Busitta, M.; 立陶宛: Mastauskas, A.; 马来西亚: Hamrah, M.A.; 墨西哥: Delgado Guardado, J.; 摩洛哥: Tazi, S.; 荷兰: Zuur, C.; 挪威: Saxebol, G.; 巴基斯坦: Ali, M.; 巴拉圭: Romero de Gonzalez, V.; 菲律宾: Valdezco, E.; 波兰: Merta, A.; 葡萄牙: Dias de Oliveira, A.M.; 罗马尼亚: Rodna, A.; 俄罗斯: Savkin, M.; 斯洛伐克: Jurina, V.; 斯洛文尼亚: Sutej, T.; 南非: Olivier, J.H.I.; 西班牙: Amor Calvo, I.; 瑞典: Almen, A.; 瑞士: Piller, G.; \*泰国: Suntarapai, P.; 突尼斯: Chékir, Z.; 土耳其: Okyar, H.B.; 乌克兰: Pavlenko, T.; 英国: Robinson, I.; 美国: Lewis, R.; \*乌拉圭: Nader, A.; 欧盟: Janssens, A.; 联合国粮食及农业组织: Byron, D.; 原子能机构: Boal, T. (协调员); 国际放射防护委员会: Valentin, J.; 国际电力委员会: Thompson, I.; 国际劳工处: Niu, S.; 国际标准化组织: Rannou, A.; 国际源供应商和生产者协会: Fasten, W.; 经济合作与发展组织核能署: Lazo, T.E.; 泛美卫生组织: Jiménez, P.; 联合国原子辐射影响科学委员会: Crick, M.; 世界卫生组织: Carr, Z.; 世界核能协会: Saint-Pierre, S。

## 运输安全标准委员会

阿根廷: López Vietri, J.; \*\*Capadona, N.M.; 澳大利亚: Sarkar, S.; 奥地利: Kirchnawy, F.; 比利时: Cottens, E.; 巴西: Xavier, A.M.; 保加利亚: Bakalova, A.; 加拿大: Régimbald, A.; 中国: 李晓清 (Xiaoqing Li); 克罗地亚: Belamarić, N.; \*古巴: Quevedo Garcia, J.R.; \*塞浦路斯: Demetriades, P.; 捷克: Ducháček, V.; 丹麦: Breddam, K.; 埃及: El-Shinawy, R.M.K.; 芬兰: Lahkola, A.; 法国: Landier, D.; 德国: Rein, H.; \*Nitsche, F.; \*\*Alter, U.; 加纳: Emi-Reynolds, G.; \*希腊: Vogiatzi, S.; 匈牙利: Sáfar, J.; 印度: Agarwal, S.P.; 印度尼西亚: Wisnubroto, D.; 伊朗: Eshraghi, A.; \*Emamjomeh, A.; 爱尔兰: Duffy, J.; 以色列: Koch, J.; 意大利: Trivelloni, S.; \*\*Orsini, A.; 日本: Hanaki, I.; 韩国: Dae-Hyung Cho; 利比亚: Kekli, A.T.; 立陶宛: Statkus, V.; 马来西亚: Sobari, M.P.M.; \*\*Husain, Z.A.; 墨西哥: Bautista Arteaga, D.M.; \*\*Delgado Guardado, J.L.; \*摩洛哥: Allach, A.; 荷兰: Ter Morshuizen, M.; \*新西兰: Ardouin, C.; 挪威: Hornkjøl, S.; 巴基斯坦: Rashid, M.; \*巴拉圭: More Torres, L.E.; 波兰: Dziubiak, T.; 葡萄牙: Buxo da Trindade, R.; 俄罗斯: Buchelnikov, A.E.; 南非: Hinrichsen, P.; 西班牙: Zamora Martin, F.; 瑞典: Häggblom, E.; \*\*Svahn, B.; 瑞士: Krietsch, T.; 泰国: Jerachanchai, S.; 土耳其: Ertürk, K.; 乌克兰: Lopatin, S.; 英国: Sallit, G.; 美国: Boyle, R.W.; Brach, E.W. (主席); 乌拉圭: Nader, A.; \*Cabral, W.; 欧盟: Binet, J.; 原子能机构: Stewart, J.T. (协调员); 国际航空协会: Brennan, D.; 国际民用航空组织: Rooney, K.; 国际航空飞行员协会联合会: Tisdall, A.; \*\*Gessl, M.; 国际海事组织: Rahim, I.; 国际标准化组织: Malesys, P.; 国际源供应和生产者协会: Miller, J.J.; \*\*Roughan, K.; 联合国欧洲经济委员会: Kervella, O.; 万国邮政联盟: Bowers, D.G.; 世界核能协会: Gorlin, S.; 世界核运输研究所: Green, L.

## 废物安全标准委员会

阿尔及利亚: Abdenacer, G.; 阿根廷: Biaggio, A.; 澳大利亚: Williams, G.; \*奥地利: Fischer, H.; 比利时: Blommaert, W.; 巴西: Tostes, M.; \*保加利亚: Simeonov, G.; 加拿大: Howard, D.; 中国: 曲志敏 (Zhimin Qu); 克罗地亚: Trifunovic, D.; 古巴: Fernandez, A.; 塞浦路斯: Demetriades, P.; 捷克: Lietava, P.; 丹麦: Nielsen, C.; 埃及: Mohamed, Y.; 爱沙尼亚: Lust, M.; 芬兰: Hutri, K.; 法国: Rieu, J.; 德国: Götz, C.; 加纳: Faanu, A.; 希腊: Tzika, F.; 匈牙利: Czoch, I.; 印度: Rana, D.; 印度尼西亚: Wisnubroto,

D.; 伊朗: Assadi, M.; \*Zarghami, R.; 伊拉克: Abbas, H.; 以色列: Dody, A.; 意大利: Dionisi, M.; 日本: Matsuo, H.; 韩国: Won-Jae Park; \*拉脱维亚: Salmins, A.; 利比亚: Elfawares, A.; 立陶宛: Paulikas, V.; 马来西亚: Sudin, M.; 墨西哥: Aguirre Gómez, J.; \*摩洛哥: Barkouch, R.; 芬兰: van der Shaaf, M.; 巴基斯坦: Mannan, A.; \*巴拉圭: Idoyaga Navarro, M.; 波兰: Wlodarski, J.; 葡萄牙: Flausino de Paiva, M.; 斯洛伐克: Homola, J.; 斯洛文尼亚: Mele, I.; 南非: Pather, T. (主席); 西班牙: Sanz Aludan, M.; 瑞典: Frise, L.; 瑞士: Wanner, H.; \*泰国: Supaokit, P.; 突尼斯: Bousselmi, M.; 土耳其: Özdemir, T.; 乌克兰: Makarovska, O.; 英国: Chandler, S.; 美国: Camper, L.; \*乌拉圭: Nader, A.; 欧盟: Necheva, C.; 欧洲核设施安全标准: Lorenz, B.; \*欧洲核设施安全标准: Zaiss, W.; 原子能机构: Siraky, G. (协调员); 国际标准化组织: Hutson, G.; 国际源供应商和生产者协会: Fasten, W.; 经济合作与发展组织核能署: Riotte, H.; 世界核能协会: Saint-Pierre, S。



## 当地订购

国际原子能机构的定价出版物可从下列来源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。联系方式见本列表末尾。

### 北美

#### ***Bernan / Rowman & Littlefield***

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA  
电话: +1 800 462 6420 • 传真: +1 800 338 4550  
电子信箱: [orders@rowman.com](mailto:orders@rowman.com) • 网址: [www.rowman.com/bernan](http://www.rowman.com/bernan)

### 世界其他地区

请联系您当地的首选供应商或我们的主要经销商:

#### ***Eurospan Group***

Gray's Inn House  
127 Clerkenwell Road  
London EC1R 5DB  
United Kingdom

#### 交易订单和查询:

电话: +44 (0) 176 760 4972 • 传真: +44 (0) 176 760 1640  
电子信箱: [eurospan@turpin-distribution.com](mailto:eurospan@turpin-distribution.com)

#### 单个订单:

[www.eurospanbookstore.com/iaea](http://www.eurospanbookstore.com/iaea)

#### 欲了解更多信息:

电话: +44 (0) 207 240 0856 • 传真: +44 (0) 207 379 0609  
电子信箱: [info@eurospangroup.com](mailto:info@eurospangroup.com) • 网址: [www.eurospangroup.com](http://www.eurospangroup.com)

定价和未定价出版物的订单均可直接发送至:

Marketing and Sales Unit  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria  
电话: +43 1 2600 22529 或 22530 • 传真: +43 1 26007 22529  
电子信箱: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) • 网址: <https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu>





通过国际标准促进安全

国际原子能机构  
维也纳