

国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

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

特定安全导则

第 SSG-17 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

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。

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。

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-17 号

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

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內容。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

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，奥地利，2022 年 11 月
STI/PUB/1509
ISBN 978-92-0-510622-9（简装书：碱性纸）
978-92-0-510722-6（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，国际合作的目的就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¹具有保护生命和健康以及保护环境的目的。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）。

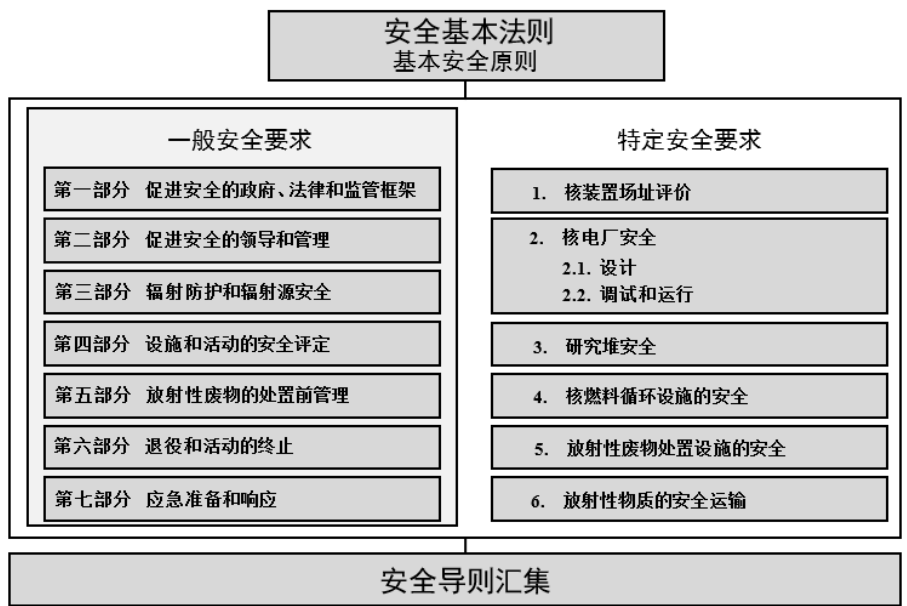


图1. 国际原子能机构《安全标准丛书》的长期结构。

¹ 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。

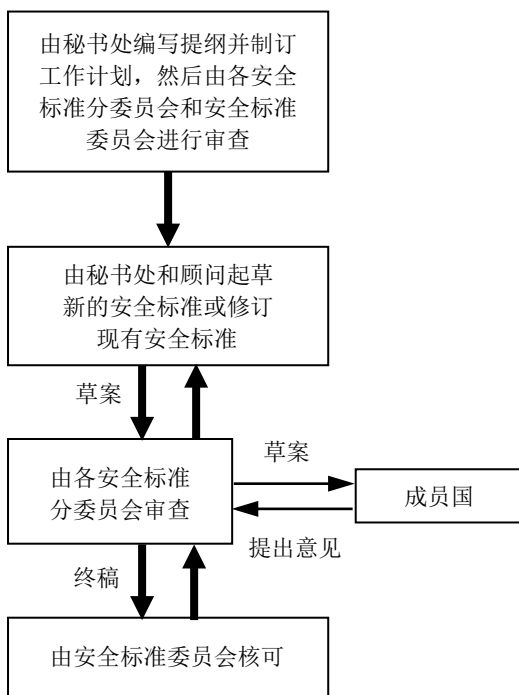


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

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

1. 导言	1
背景 (1.1-1.7)	1
目的 (1.8)	2
范围 (1.9-1.10)	3
结构 (1.11-1.12)	4
2. 保护人类和环境	4
概述 (2.1-2.2)	4
事故和应急照射情况 (2.3-2.9)	5
人为放射性核素污染 (2.10-2.11)	7
天然放射性核素污染 (2.12-2.14)	8
3. 责任	9
政府、法律和监管框架 (3.1-3.9)	9
政府 (3.10-3.15)	12
监管机构 (3.16-3.33)	14
金属回收和生产工业 (3.34-3.36)	17
4. 放射性物质的监测	19
概述 (4.1-4.7)	19
常规监测 (4.8-4.13)	21
实验室分析 (4.14)	22
验收测试、校准和维护 (4.15-4.21)	22
入口监测器的使用 (4.22-4.24)	23
警报和调查水平 (4.25-4.31)	23
培训和提高人员的认识 (4.32-4.34)	25
5. 对发现放射性物质的响应	26
概述 (5.1)	26
策划应对措施 (5.2-5.8)	26
对特定事件的响应	28
拒收进货 (5.9-5.10)	28

对完整无看管源的响应 (5.11-5.13).....29

对破裂无看管源的响应 (5.14-5.15).....29

对托运的废金属中其他放射性物质的响应 (5.16-5.17).....30

在熔化之前对输入流中的放射性物质的检测的响应 (5.18-5.19)....30

对放射性物质熔化造成的污染的响应 (5.20-5.23).....31

向公众提供信息 (5.24-5.25).....32

事件报告 (5.26).....32

培训和信息 (5.27-5.28).....33

国际合作 (5.29-5.30).....33

6. 受污染地区的治理 (6.1-6.6).....34

7. 回收放射性物质的管理 (7.1-7.3).....35

参考文献.....37

附件 I 评审涉及金属回收和生产行业中放射性物质的事件.....43

附件 II 放射源分类.....49

附件 III 国家和国际举措的例子53

参与起草和审订人员.....65

国际原子能机构安全标准核可机构69

1. 导言

背景

1.1. 原子能机构颁布了若干安全标准,规定了放射性物质的监管要求[1—3]和放射源安保导则[4]。然而,在根据这些要求建立监管制度之前,放射性物质可能已经在某个国家内使用。即使在现在,一个国家内的监管基础结构可能不够发达,或者可能失效,结果是放射源可能从监管控制中丢失,并可能进入一般环境。因此,无论一国监管基础结构的发展状况如何,放射性物质皆有可能会与回收的废金属混在一起。

1.2. 废金属是金属生产工业的重要原料,占最终产品的很大一部分(就钢而言,约占 50%)。大多数城市都有几个废料场,从少数个体加工者,至中等规模设施,直到工业化国家每年处理约数十万至数千万吨废金属的大型废料场,不一而足。全世界有数万家金属厂和铸造厂购买废钢进行熔炼、精炼或浇铸成形[5]。此外,金属回收和生产行业的废金属及其他产品也存在大量跨境转移¹ [6]。因此,与废金属混合的放射性物质可能会无意中被运过国界。鉴于这一国际层面问题,显然需要采取协调一致的办法来处理混入废金属中的放射性物质。

1.3. 放射源(包括密封源,即永久密封在包装中或紧密粘合在一起的固态源)在世界各地广泛用于各种医疗、工业、研究和军事应用。无看管源指不受监管的放射源,不论是因为其从未受到监管,还是因为被遗弃、遗失、错放、被盗或未经适当授权以其他方式转移[7]。无看管源曾导致由于个人辐射照射而造成严重后果甚至致命后果的事故(见附件 I)。无看管源与废金属熔化或与废金属混合时破裂,也会造成受污染的回收金属和废物。如果发生这种情况,则可能需要昂贵的清理操作。如果金属回收和生产设施未检测出受污染的物料,工作人员可能会受到辐射,放射性核素可能会混入各种成品和废物中,这反过来又可能导致这些产品的使用者受到辐射。

¹ 本“安全导则”中使用的术语“金属回收和生产行业”是指参与废金属回收的所有物理和法律实体,如收集、分类和加工废旧金属的设施、熔化废旧金属的铸造厂和行业协会。“金属回收和生产设施”一词是指金属回收和生产行业内的任何设施。

1.4. 对涉及无看管源的事故，包括在金属回收和生产行业中发生的事故的关切促成了一项国际承诺的制定，即《放射源安全和安保行为标准》（《行为标准》）[8]和与之相关的《放射源的进口和出口导则》[9]。然而，在废金属中存在无看管源的可能性仍然存在[10]。

1.5. 由于核设施或其他设施退役期间控制不力，废金属中也可能含有非密封形式的放射性物质。这也可能由于天然来源的放射性核素的存在而产生，这种放射性核素出现在加工大量原材料的工业中；例如各种矿石的开采和加工以及石油和天然气的生产。与来自无看管源的污染相比，这种低水平的污染对人类健康的危害通常较低；主要问题可能是经济问题。

1.6. 原子能机构协助联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）努力统一和协调探测废金属中放射性物质的监测策略和在发现这种放射性物质后使用的程序[11-13]。欧洲经委会的主要目标是促进泛欧经济一体化，在这项工作中，原子能机构就辐射安全事项提供了指导。本“安全导则”考虑到欧洲经委会和原子能机构过去十多年来为加强放射源的安全和安保以及对其他放射性物质的监管而开展的所有工作，包括几次相关的国际会议[5、14—18]。

1.7. 应用本“安全导则”和其他安全导则中的安全标准要求 and 辅助指南，将使金属回收和生产行业相信，从放射学角度看，废金属和回收金属产品以及产生的任何废物都是安全的。

目的

1.8. 本“安全导则”的目的主要是向各国政府和国家当局，包括监管机构，提供关于如何适用《基本安全原则》[19]的建议，满足监管废金属和金属产品中放射性物质的“安全要求”[1—3、20]。本“安全导则”中的建议考虑到《行为标准》[8]中的基本原则和缔约国根据国际公约[21、22]可能承担的义务。不过，它亦就保护工作人员、公众及环境的安排提出了建议，供一般的金属回收及生产行业参考。其主要重点是控制金属回收和生产行业中可能存在的无看管源。它还就监管可能进入金属回收和生产行业的其他放射性物质提出了建议。

范围

1.9. 本“安全导则”涉及可能进入金属回收供应链的无看管源和其他放射性物质²。它适用于处理废金属以便回收和随后处理这种物料的所有作业。然而，鉴于这些作业的规模很大，本“安全导则”就如何根据单个金属回收和生产设施的规模以及可能合理预期会遇到的放射性物质，采用分级办法控制无看管源和其他放射性物质提出了建议。

1.10. 本“安全导则”未提供以下有关方面的详细建议：

- (a) 满足授权使用放射性物质的要求，目的是防止对放射性物质失去控制，其中包括为从监管控制中解控³而对物料进行监测；
- (b) 因在废金属、金属产品或金属加工设施产生的废物中发现放射性物质而可能发挥作用的、国家、区域或地方应急计划；
- (c) 对因处理或熔化废金属流中的放射性物质而可能受到污染的场所进行去污；
- (d) 在废金属中发现放射性物质后，对任何回收的无看管源或任何放射性废物进行管理；
- (e) 监测包括废金属在内的商品跨越国界运输的情况，因为这种监测通常是为了国家安全的目的而进行的。然而，有人认为这种边界监测将有助于防止放射性物质在金属回收和生产工业中被无意加工，并应被视为一国放射性物质总体监管制度的一个重要组成部分[5]。

参考文献[1—3、23—28]就这些事项确定要求并提供建议和指导。

² 在本“安全导则”中，如果不需要区分无看管源和其他放射性物质，则使用通用术语“放射性物质”，其含义为“国内法或监管机构指定为因其放射性而受监管控制的材料”[7]。

³ 国际原子能机构《安全术语》[7]对“解控”一词的定义是，在监管机构的任何进一步监管措施中，按照经授权的实践清除放射性物质或放射性物体。这是这个词的正常字典意义的一种特殊用法，即“排除障碍”或“允许继续进行”。在辐射安全方面，它涉及一种检查材料的程序，以确定在辐射防护法规的范围内是否可将其视为非放射性物质，从而使其免于进一步的监管。因此，清洁解控水平规定了放射性核素任何残留污染的上限，其方式与不同商品中所有其他可能的环境污染物的上限大致相同。因此，以这种方式清洁的任何废金属都不需要受到监管，可被视为可以安全回收。

结构

1.11. 第 2 部分概述了与废金属中存在放射性物质有关的辐射防护原则；第 3 部分根据安全标准[1-3、20]和国际协定，特别是《行为标准》[8]，就相关各方 — 国家当局和金属回收和生产行业 — 的责任提出建议；第 4 部分就放射性物质的监测提出了建议；第 5 部分就发现放射性物质的初步对策提出了建议；第 6 部分就污染地区的治理提出建议；第 7 部分就回收的放射性物质的管理提出建议。

1.12. 本“安全导则”还载有三个附件。附件 I 提供了金属回收和生产行业中发生的一些涉及放射性物质的事件；附件 II 说明了放射源的分类；附件 III 提供了一些处理废金属中放射性物质的国内和国际举措的例子。除非另有说明，本“安全导则”中使用的术语在原子能机构《安全术语》[7]中定义。

2. 保护人类和环境

概述

2.1. 《基本安全原则》[19]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”这一目标适用于所有引起辐射风险⁴的设施和活动⁵，包括金属回收和生产行业内的废金属中存在放射性物质。原则 7 规定：“不论是现在还是将来，必须保护人类和环境，免受辐

⁴ “辐射风险”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风险（包括对环境中生态系统的风险）：
 - 暴露于辐射；
 - 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[7]。

⁵ 《基本安全原则》[19]中使用的“设施和活动”一词是一个笼统的用语，包括可能使人们暴露于自然发生的或人为来源产生的辐射风险的任何人类活动。因此，金属回收和生产行业内的设施也将包括在内，尽管放射性物质的存在是不受欢迎的。

射风险。”原则 8 规定：“必须作出一切实际努力，防止和减轻核与辐射事故。”

2.2. 联合国《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》（《基本安全标准》）[1]（自修订以来）、“安全要求”出版物《关于政府、法律和安全监管框架》[2]以及《核或辐射应急情况的准备和响应》[20]规定了旨在保护人类和环境免受电离辐射有害影响的要求，以及与建立对废金属中可能存在的放射性物质监管有关的要求。

事故和应急照射情况

2.3. 参考文献[19]第 3.2 段指出：

“安全既涉及正常情况下的辐射风险，也涉及事故造成的辐射风险……以及失去对……放射源或任何其他辐射源的控制可能造成的其他直接后果。安全措施包括采取行动防止事故发生，并做出安排，在事故发生时减轻其后果。”

2.4. 应急情况的定义是“需要迅速采取行动的非常规情况，主要是为了减轻对人类健康和安全、生活质量、财产或环境的危害或不利后果”[7、20]。它包括需要迅速采取行动减轻潜在危害影响的情况。因此，一种情况是否符合应急情况的定义，并不取决于危害的规模、不利后果的严重程度或缓解这种情况的对策的性质。因此，在废金属或金属产品中发现放射性物质属于应急情况的定义范围。然而，在金属回收和生产行业中发现放射性物质后所采取行动的程度上大不相同，从隔离可疑放射性物质到关闭设施和为进一步放射性调查之前限制进入某些地区。例如，在有些情况下，如果放射性物质释放到大气中，或将受污染的产品运往一般用途，则可能需要在设施场址以外采取行动。

2.5. 干预是一种旨在减少或避免暴露于放射源或可能的放射源的行为，这些放射源是不属于受控（或授权）使用的放射性物质的一部分或因事故而失去控制的辐射源[7]。在金属回收和生产设施发现放射性废物后，为控制和移除放射性废物而采取的行动属于这一定义的范围。因此，对这种情况适用《基本安全标准》[1]中规定的对于干预的辐射防护要求是适当的。

2.6. 参考文献[20]界定了五个威胁类别,以便对应急准备和响应要求的应用进行分级⁶。

参考文献[20]第3.6段指出:“威胁IV适用于可能导致几乎在任何地方发生应急情况的活动;这也是最起码的威胁程度,假定适用于所有国家和管辖区。”⁷ 参考文献[20]第3.19段还指出:“在威胁评定中,还应确定很有可能遇到丢失、遗弃、非法移走或非法运输的危险源的地点。”⁸ 参考文献[20]第3.20段指出:“大型废金属处理设施……应在威胁评定中加以考虑。”因此适用于金属回收和生产行业。关于如何满足参考文献[20]中规定的要求的建议见辅助的安全导则[28]。

2.7. 干预的辐射防护要求如下:

- (a) “采取防护行动或补救行动应有正当性”(参考文献[1]第3.3段);
- (b) “应优化任何此类防护行动或补救行动的形式、规模和持续时间,以便在当前的社会和经济情况下产生广义上的最大净效益”(参考文献[1]第3.4段)。

⁶ “threat”一词在参考文献[20]中使用,目的是制定核或辐射应急情况应急准备和响应方面的安全要求。在涉及核材料和其他放射性物质的犯罪行为时,该词不应与在核安保范围内的意思混淆(另见脚注9)。

⁷ 参考文献[20]描述威胁IV如下:

“可能引起核与辐射应急情况的活动,这些活动可能需要在不可预见的场所采取应急防护行动。这些活动包括未经授权的活动,例如与非法获得的危险源相关的活动[见本“安全导则”附件II中对该术语的解释]。它们还包括涉及危险移动源的运输和授权活动,如工业射线照相源,核动力卫星或放射性同位素热电发生器。威胁类别IV代表最低威胁等级,假定适用于所有国家和司法管辖区。”

⁸ 在国际原子能机构《安全术语》[7]中对威胁评定的定义中,指出使用该术语并不意味着在引起危害的意图和能力的意义上已经对这类设施、活动或源造成了任何威胁。

2.8. 为了适用第二项要求，可能发现放射性物质的设施的营运者⁹应确保做出适当安排，查明这种物料，并做出反应，使工作人员和公众受到的辐射剂量在考虑到经济和社会因素的情况下保持在尽可能低的水平。这些安排应根据设施的规模和设施可能遇到的放射性物质进行分级。在实践中，这意味着中小型设施应对这一问题有一定的认识，并能够从视觉上识别可疑物料（即可能含有放射源的包装或装置），以及在发现这类物料的情况下需要联系的个人或组织。另一方面，大型设施应配备辐射探测器，并应具备足够的辐射防护专业知识，以便采取初步对策，隔离可疑物料。

2.9. 关于保护参与应对应急情况和清理行动的工作人员的详细资料见参考文献[30]。

人为放射性核素污染

2.10. 参考文献[1]中定义了豁免和清除水平的概念和确定其辐射标准的依据。参考文献[31]根据参考文献[1]的标准和非常保守（即谨慎）的接触途径模型，提供了含有人工来源放射性核素的大量物料的活度浓度值。这些模型足以考虑到回收废金属可能产生的接触途径[32]。表 1 给出了含有一些常见人工来源放射性核素的散装物料的活度浓度值。

2.11. 参考文献[31]第 5.8 段指出：

“对于放射性核素活度浓度低于[表 1 所列数值]的物料，不应采取任何进一步行动（例如减少照射）。特别是，为了辐射防护的目的，放射性核素活度浓度低于[表 1]所列活度浓度值的商品的国家和国际贸易不应受到监管。”

⁹ “营运者”一词是指“在从事某些活动时或与任何……电离辐射源有关的工作时对……辐射……负责……辐射安全的任何组织或法人”[7]。参考文献[19]原则 1 将安全的首要责任放在对引起辐射风险的设施和活动负责的个人或组织身上（关于“设施和活动”一词的解释，见脚注 4）。参考文献[19]脚注 5 指出：“未经授权不得免除对设施和活动负责的个人或组织的安全责任。”参考文献[20]第 4.19 段和第 4.24 段也提及威胁类别 IV 级设施的营运者。基本要点是，原子能机构安全标准中使用的“营运者”一词不仅适用于须经核准的计划照射情况，而且也适用于金属回收和生产行业等可能含有放射性物质但未经监管机构核准的行业。

因此，表 1 中提供的活度浓度值适合金属回收和生产行业作为确定废金属回收是否安全的依据来使用（见脚注 3）。与参考文献[31]第 5.11—5.13 段一致的分级方法可适用于超过表 1 所列数值的活度浓度。

天然放射性核素污染

2.12. 参考文献[31]规定了活度浓度值，低于该值通常不需要控制含有天然放射性核素的物料¹⁰。表 2 中给出的这些水平也可用于确定含有天然来源放射性核素的废金属是否可接受再循环，而不论物料的来源如何。这些数值是在考虑到易于控制天然来源放射性核素的情况下得出的。据认为，这些放射性浓度值对个人的剂量不大可能在一年中超过约 1 毫希沃特[31]。

2.13. 如果某一经核准的设施内存在天然放射性核素，则该设施的营运者有责任按照监管要求对废金属进行清理，然后再将其回收利用。然而，在有些设施中，天然来源的放射性核素可能不受监管，而导致这些设施中的废金属在释放回收之前不太可能进行污染监测。因此，在默认情况下，控制这类物料的主要手段是监测进入金属回收和生产行业的废金属。

表 1. 普通物料中常见的人造原料的某些放射性核素的活性浓度值[31]

放射性核素	活度浓度（Bq/g）
镅-241、银-110m、钴-60、铯-137、钷-239、铟-65	0.1
镅-244、铀-192、铀-95、铀-90、铀-99、铀-204、 钍-95	1
金-198	10
镍-63	100
钍-147	1000

¹⁰ 在某些情况下（如使用含有天然放射性核素的某些建筑材料），虽然放射性核素的活度浓度低于表 2 所列浓度，监管机构也有必要考虑某些类型的监管[31]。

2.14. 通过加工，天然来源的放射性核素可能集中在废物产品中，尽管废金属中的放射性浓度水平最初低于表 2 所列水平。如果是这种情况，可再次使用表 2 中的水平来确定废物产品是否应受到监管控制。

表 2. 天然放射性核素的活度浓度值[31]

放射性核素	活度浓度（Bq/g）
钾-40	10
其他所有天然放射性核素	1

3. 责 任

政府、法律和监管框架

3.1. 《基本安全原则》[19]原则 2 规定政府的作用，其中规定：“必须建立和维持有效的安全法律和管理框架，包括独立的监管机构”。这一目标的实现“又不对产生辐射危险的设施的运行或活动的开展施加不适当的限制”（参考文献[19]第 2.1 段）。

3.2. 参考文献[2]的目的是为所有涉及使用放射源的设施和活动制定政府、法律和管理框架方面的安全要求。参考文献[2]规定了国家框架的要求，使政府能够履行辐射防护和安全的责任。国家框架的基本部分是：法律法规；一个有权授权和检查受监管的活动，并执行法律和法规的监管机构；充足的资源；和足够的训练有素的人员。参考文献[2]和参考文献[20]规定了在任何国家对核或辐射应急情况作出充分准备和响应的要求，包括与监管框架有关的要求。参考文献[3]规定了处置放射性废物的要求，例如在发现无意中被纳入废金属的放射性物质之后可能需要的行动。

3.3. 此外，在建立适当的辐射防护和安全的国家框架时，可能需要考虑到一些国际协定和公约。其中包括：

- (a) 《放射源安全和安保行为标准》[8]，这是一项自愿承诺，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，以及有关的放射源进出口指南[9]；

- (b) 《及早通报核事故公约》[21];
- (c) 《核事故或辐射紧急情况援助公约》[21];
- (d) 《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》[22]。

3.4. 参考文献[2]要求 8 涉及应急准备和响应, 并规定: “政府必须对应急准备作出规定, 以便能够及时和有效地对核或放射性紧急情况作出响应。”此外, 它还指出: “应急响应安排必须包括明确指定立即向主管当局通报紧急情况的责任”(参考文献[2]第 2.20 段)。它接着指出: “政府应具体规定并明确规定在应急情况下作出决定的责任”(参考文献[2]第 2.23 段)。

3.5. 参考文献[2]要求 9 涉及减少现有或未受监管控制的辐射风险的防护行动制度, 并规定:

“政府必须建立有效的防护行动系统, 以便根据正当性和最优化的原则减少与未受监管控制的源(天然源或人工源)有关的不必要辐射风险和以往活动或事件造成的污染。”

此外:

“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。采取防护行动的组织应必须能够获得履行其职能所需的资源”(参考文献[2]第 2.25 段)。

报告接着指出:

“监管机构必须为防护行动提供任何必要的输入, 包括向政府提出防护行动建议或对防护行动实行监管控制。它必须与其他有关当局合作并酌情与相关各方磋商制订防护行动的监管要求和标准。”(参考文献[2]第 2.26 段)。

3.6. 《行为标准》[8]适用于可能对个人、社会和环境构成重大危险的所有放射源(即危险源), 其主要指导方针包括:

- (1) “每个国家都应建立有效的国家法律和监管制度, 监管放射源的管理和保护。这种制度应:

.....

“(c) 包括获得或重新获得对无看管源的控制的国家战略;

“(d) 提供快速响应，以便重新获得对无看管源的控制；

.....

“(g) 减轻或尽量减少涉及放射源的事故或恶意行为的放射性后果”（参考文献[8]第 8 段）。

- (2) “每个国家都应确保有权管理放射源的人可用且使用适当的辐射防护、安全和安保设施和服务。这类设施和服务应包括……需要：

.....

“(b) 发生事故或涉及放射源的恶意行为时的干预”（参考文献[8]第 9 段）。

- (3) “各国应确保作出适当安排，对其监管机构、执法机构和应急服务组织的工作人员进行适当培训”（参考文献[8]第 10 段）。
- (4) “每个国家都应确保通过原子能机构或其他既定机制，迅速向可能受影响的国家提供关于失去对放射源的控制或可能涉及放射源的跨界影响的任何事件的材料”（参考文献[8]第 12 段）。这不仅涉及对可能进入废金属的某一特定源失去控制，而且涉及发现放射源已与废金属熔化并随后出口回收金属等事件。
- (5) “每个国家都应该……(b)鼓励可能在其业务过程中遇到无看管源的机构和个人（如废旧金属回收商和海关）实施适当的监测计划，以发现此类源”（参考文献[8]第 13 段）。

3.7. 根据《及早通报公约》[21]，缔约国承诺，如果发生可能导致放射性物质大量越境释放的事故，它们将直接或通过原子能机构通知可能受影响的国家和原子能机构。参考文献[20]还要求各国应在发生跨国应急情况时直接或通过原子能机构通知可能受影响的国家和原子能机构[7]。可能与废金属混合的放射源的丢失，可能随后被跨越国界运输，或放射源的意外熔化导致在废金属再循环期间将放射性物质释放到大气中，都可能构成这种跨国应急情况。

3.8. 《援助公约》[21]缔约国必须相互合作并与原子能机构合作，“在发生核事故或辐射应急情况时便利迅速提供援助，以尽量减少其后果，并保护生命、财产和环境免受辐射释放的影响”（第 1 条）。

3.9. 《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》(联合公约)[22]第 28 条要求每一缔约方,“在其国内法框架内,采取适当步骤,确保以安全的方式拥有、再制造或处置废弃的密封源。”每一缔约方还必须“允许废弃的密封源重新进入其领土,如果它在其国内法框架内接受将其退回有资格接收和拥有废弃的密封源的制造商。”

政府

3.10. 政府应考虑如何将参考文献[1—3、20]、行为标准[8]规定的基本原则以及酌情将各项国际公约[21、22]规定的义务适用于国内的金属回收和生产行业。

3.11. 从辐射防护的角度来看,金属回收和生产工业将在多大程度上受到监管,这是每个政府的事;这在很大程度上取决于国家的监管体系。然而,在没有任何相关法规的情况下,政府应首先考虑采取自愿办法,鼓励所有参与废旧金属再循环辐射防护方面工作的实体,使放射性物质受到监管控制¹¹。随后,特别是在这种自愿安排被证明不够充分的情况下,政府应考虑是否需要制定更多的法律法规,以保护公众和环境免受与无意中处理与放射性物质混合的废金属有关的危害,并考虑是否需要扩大监管机构的职能。

3.12. 鉴于个人作业的规模范围很大,由很小的设施至每年处理数十万吨或以上的废金属的大型设施,政府应采取一个按设施的规模、辐射风险及营运者的能力分级的方法,以处理含放射性物质的废金属问题。虽然本“安全导则”原则上适用于金属回收和生产行业的所有设施,但建议主要涉及每年处理 10 万吨以上废金属及操作破碎机和熔化废金属的大型设施。各国政府和国家当局应确定这些建议应在多大程度上适用于中小型设施。

3.13. 在建立国家安排时——无论是监管安排还是自愿安排——政府应考虑以下具体问题,同时考虑到第 3.12 段所述的分级办法:

- (a) 鼓励金属回收和生产设施营运者向监管机构通报其业务的程度;
- (b) 金属回收和生产设施的营运者需要作出安排,对废金属、金属产品或废物中怀疑存在或实际存在的放射性物质作出响应。如果确定放射性

¹¹ 这种自愿安排的一个例子是附件 III 所述的“西班牙议定书”。

物质存在于废金属、金属产品或废物中，这些安排应包括通知监管机构，并在必要时通知应急领域的主管当局；

- (c) 金属回收和生产设施的营运者需要确保基本安全标准所要求的对人和环境的防护水平[1]；
- (d) 金属回收和生产设施的营运者需要确保以适当的方式并按照参考文献[3]规定的要求管理由与废金属混合的放射性物质产生的任何放射性废物。

3.14. 监管机构以外的国家当局可能负责监督金属回收和生产行业的工业安全以及环境保护。此外，可能还有其他国家当局负责核安保¹²。在这种情况下，应在这些不同的国家主管部门，包括监管机构之间建立适当和有效的协调机制，以确保适当利用协同作用，避免潜在的冲突。特别是，应考虑在相关各方之间建立“谅解备忘录”，由一个代表所有相关利益的国家委员会监督谅解备忘录的执行情况，并考虑定期（例如每年）举行联络会议。国家当局之间的所有互动都应以保护工作人员、公众以及保护环境为目的。

3.15. 政府还应制定一项政策和战略，规定负责组织和财务安排，以处理金属回收和生产行业中发现放射性物质的任何事件的响应和后果。政策和战略应鼓励金属回收和生产设施的营运者报告发现放射性物质的情况，以便国家可采取适当行动，对物料进行监管¹³。

¹² 核安保的定义是，防止和侦测涉及核材料、其他放射性物质或与其有关的设施的盗窃、破坏、未经授权的进入、非法转移或其他恶意行为，并对此作出响应[7]。在这方面，应当指出，安全和安保这两个一般用语之间没有确切的区别。一般而言，安保针对人的恶意行为可能对它人造成或威胁造成伤害；安全涉及辐射对人类或环境造成损害这一更广泛的问题，而不论其原因如何。然而，这两个词都关注疏忽的行动，尤其是这一方面需要有关组织之间的有效协调。

¹³ 可以使用以下方法之一来实现此建议：

- (a) 政府可以借助金属回收和生产设施鼓励建立一个系统，可能通过其贸易协会或放射性物质使用者，通过保险或其他方式，承担回收放射性物质或修复受污染设施的费用；
- (b) 政府本身，通过监管机构或其他方式，可以承担重新获得对放射性物质的控制的费用，包括其后续管理的任何安排。

监管机构

3.16. 监管机构应维持监督金属回收和生产行业的辐射安全。为了做到这一点，缔约国应建立并保持一份属于威胁 IV 的国内金属回收和生产设施清单（见第 2.6 段）。

3.17. 无论金属回收和生产行业的辐射安全监管程度如何，监管机构都应努力与行业建立建设性关系，以确保在发生涉及放射性物质的事故或紧急情况时开展有效合作。

3.18. 根据国家法律和法规，监管机构应与其他有关国家当局，包括海关和边境当局¹⁴、警察和应急响应组织、负责国家安保的组织、放射性废物管理组织、金属回收和生产行业及相关工人代表等合作，制定监管可能含有放射性物质的废金属、金属产品或废物的政策和战略。这些政策和战略应建立一种分级办法，同时考虑到下列因素：

- (a) 可能遇到的放射性物质的类型、活度和特性（见参考文献[8]附件 II）；
- (b) 一国内每年处理的废金属量。

3.19. 在确定放射性物质存在于废金属中的可能性及其可能的性质时，应考虑到以前发生的事件的频率和正在处理的废金属的来源，特别是一批货物是否来自监管基础能力薄弱的国家。

3.20. 存储、处理、再使用或处置任何回收的放射性物质的策略应符合关于放射性废物管理的既定国家政策和战略（见参考文献[3]和参考文献[33]第 5.67 段提出的建议）。

3.21. 监管机构应参与金属回收和生产行业的任何举措，以制定与保护工作人员、公众和环境免受可能存在于废金属中的放射性物质危害有关的导则、协定或议定书。

¹⁴ 海关和边境当局，尤其有责任防止包括放射性物质在内潜在危害材料未经授权的进口或出口。目前的一个主要关切点是非法贩运放射性物质可能对国家安保构成的威胁。为了应对这一威胁，一些国家在边境口岸建立了辐射监测计划。此类监测计划还有助于防止混有放射性物质的废金属被越境转移。因此，在边境口岸建立辐射监测计划方面，协调安全和安保政策和战略有相当大的好处。

3.22. 监管机构在应急情况中的作用因国情而异，应在应急情况规划阶段预先确定。它可以是从直接参与应急行动的责任，到作为应急服务和其他有关部门的顾问。无论国情如何，监管机构的作用和责任，包括其与营运者的互动，都应明确界定和记录在案，并应制定程序，使其能够发挥作用和履行责任。

3.23. 监管机构应与应急响应领域的主管当局合作，为其应对金属回收和生产行业中发现放射性物质的事件和应急情况作出安排。这些安排应符合《国家辐射应急计划》，并应根据参考文献[20]中规定的要求和参考文献[30]提出的建议来制定。必要时，这些安排应与地方和国家安排一起制定，以便对辐射应急情况作出响应。这些安排和计划应明确责任方，包括负责迅速提供专门技术咨询和援助的各方。

3.24. 监管机构应协助恢复对在废金属中发现的任何放射性物质的实际控制。缔约国还应确保回收的任何放射性物质在运往经授权处理该物料的放射性废物存储或处置设施之前得到适当存储。

3.25. 监管机构应确保在所有清理或清洁活动中采取适当的预防措施，以保护工作人员、公众和环境免受辐射危害，符合参考文献[1]的要求。

3.26. 监管机构应与其他国家的监管机构以及相关区域和国际组织联络，以促进合作、相关信息交流和统一废旧金属中放射性物质的监管办法。

3.27. 监管机构应自行进行调查，或协助调查对涉及在金属回收和生产设施检测放射性物质的任何事件，以确定可能的原因和应吸取的任何经验教训，以及是否需要实施任何其他控制措施。

3.28. 监管机构应与其他相关国家主管部门合作，确保其工作人员接受适当培训，以履行其在涉及疑似或实际存在废金属、金属产品或废物中放射性物质的事件和应急情况方面的义务。此外，还应鼓励为金属回收和生产设施的管理人员和工作人员、海关和边境当局以及警察和应急组织制定适当的培训计划。

3.29. 如果据报放射性物质在国内丢失，或在任何其他情况下可能表明放射性物质未经适当授权被带入该国，监管机构应酌情提醒金属回收和生产行业，并在随后回收放射性物质时通知它们。

3.30. 监管机构应在其本身的组织内和在执业医师中存在这样一种意识，即对意外出现的对人的辐射伤害（即确定性影响）是无看管源存在的一个可能指标。¹⁵ 辐射伤害应被视为一种应急照射情况的指示，需要迅速采取行动找到和隔离放射源，以防止更多的人受到辐射（见参考文献[28]第 6.3.5 段）。原子能机构和世界卫生组织印发了一份传单，告知医生如何识别辐射伤害[34]。

3.31. 如果监管机构认为未经许可的放射性物质可能或已经被跨越国家边界运输到另一个国家，它应通知海关和边境当局，并作出安排，通知任何可能受影响的国家。

3.32. 监管机构应与金属回收和生产行业合作，考虑向设施传播信息，说明废金属中的放射性物质，特别是危险源中的放射性物质可能造成的伤害，发现放射性物质时应采取的行动，以及从过去金属回收和生产行业中存在放射性物质的事件中吸取的经验教训。特别是，监管机构应考虑与金属回收和生产行业合作，编制传单和海报，以提高对放射性物质存在于废金属中的风险的认识。此类传单和海报应说明通常可能遇到的放射源、其容器和使用装置，以协助金属回收和生产行业查明无看管源。如果发现放射性物质，营运者将采取的初步行动清单以及关于基本辐射防护的一些建议也应提供。¹⁶ 参考文献[35]提供了关于典型密封放射源及其所含装置的资料。

3.33. 参考文献[36]包含行动指南、指示和响应卡，供具体的第一响应人员和将对设施内的辐射应急情况作出响应的小组使用，包括那些行动属于威胁 IV 的小组。

¹⁵ 废金属清除者的家人和朋友身上出现这种伤痕，是 1987 年在戈亚尼亚发生的事故的第一个迹象（见参考文献[I-2]附件 I）。

¹⁶ 这类传单、海报和初步行动基本清单对那些对辐射安全了解非常有限的中小型企业特别重要。

金属回收和生产工业

3.34. 金属回收和生产设施的营运者对其工作人员和可能受其活动影响的任何其他人，包括公众的健康和安全负责。¹⁷ 特别是，所有参与金属回收和生产行业的个人应采取一切合理和适当的措施，确保它们处理、加工或供应的物料可安全回收。

3.35. 代表金属回收和生产行业的组织和协会应支持制定金属回收和生产行业标准，特别是在国家没有相关法规或国家指导的情况下。这类标准可以采取导则、协定或议定书的形式，应与包括监管机构在内的有关国家当局和工作人员的有关代表合作制定。附件 III 举例说明了金属回收和生产工业与国家当局之间订立的议定书和安排。

3.36. 金属回收和生产设施的营运者应执行下列规定：

- (a) 关于国际间废金属运输的声明的规定。¹⁸ 大型设施的营运者应请求或要求来自其他国家的大宗废金属供应商提供一份说明，说明废金属是否受到辐射监测以及监测结果；
- (b) 制定监测计划（见第 4 部分）。大型设施的营运者应进行适当的辐射监测，以从辐射角度确定正在加工的废金属和由此产生的任何产品（锭、金属棒等）和废物是否安全（即它们不含有国家法律或监管机构指定的因其放射性而受监管的物料；见脚注 2）。由于使用监测设备来检测和测量废金属中的放射性的难度，供应商给出的已经进行的辐射监测结果的声明，不能绝对保证废金属不含放射性物质。因此，仍有必要对进入设施的废金属进行监测；
- (c) 制定响应计划（见第 5 部分）。金属回收和生产设施的每个营运者都应制定一项响应计划，以处理废金属、金属产品或废物中疑似或实际存在的放射性物质，该计划应与所加工的废金属的性质和设施的类型相符合。应与主管当局合作制定响应计划。响应计划应明确确定在疑似或实际存在放射性物质存在于废金属、金属产品或废物中时应遵循的

¹⁷ 这是健康和安全的项一般原则，许多国家将制定法律，规定这一责任，而不论危险的性质如何。

¹⁸ 一些国家要求提供证书，证明这批货物已受到辐射监测，并证明可安全回收。这种核证是一项正式声明，意味着监测工作是由一个经适当主管组织认可的机构进行的。

程序和负责采取行动的人员。它还应规定必要时迅速获得专门技术咨询和援助的机制。对于中小型设施的情况，只要制定一个简单的计划，在怀疑存在放射性物质的情况下注明联系人的姓名和电话号码，就足够了；

- (d) 向监管机构通报发现放射性物质的情况。金属回收和生产设施的每个营运者在发现废金属、金属产品或废物中含有放射性物质后应通知监管机构。沟通程序应与监管机构商定，并应在响应计划中注明；
- (e) 通知应急响应领域的主管当局。如果超出应急计划规定的标准，任何金属回收和生产设施的营运者应通知应急响应领域的主管当局（见第 5.7 段）。沟通程序应与主管当局商定，并应在响应计划中注明；
- (f) 防止放射性物质扩散。金属回收和生产设施的每一个营运者都应采取一切必要措施，防止任何被探测到的放射性物质进一步失控或扩散；
- (g) 净化受污染的房舍。根据参考文献[27、37]的要求和建议，每一个金属回收和生产设施的营运者应参与任何受污染场所的净化安排；
- (h) 放射性物质的转移。每一金属回收和生产设施的营运者都应作出安排，将发现的任何放射性物质转移给监管机构授权接收此类物料的组织（见第 7.3 段）；
- (i) 事件调查。每一个金属回收和生产设施的营运者都应对涉及在金属回收和生产设施中检测放射性物质的任何事件进行调查，以确定物料的来源和任何应吸取的经验教训。这些经验教训可能涉及改进监测或对事件作出响应等事项。应根据要求向监管机构提供此类调查的结果；
- (j) 向工作人员提供培训和信息的条款。每一个金属回收和生产设施的营运者都应确保其工作人员酌情接受关于放射性物质的检测和在检测到放射性物质时应遵循的程序的培训和告知；
- (k) 任命在辐射安全方面具有适当能力的人员（下称“现场辐射安全员”）。大型设施的营运者应任命一名在辐射安全方面具有适当资格和经验的人员担任这一职务。此人可能有其他职责（例如，它/她也可能是设施的卫生和安全官员）。如(c)项所述，中小型设施的营运者在怀疑存在放射性物质时，只需联系人的姓名和电话号码即可。参考文献[38]提供了关于辐射安全方面的资格和培训的建议；
- (l) 记录的保存。每一金属回收和生产设施的营运者应酌情保存涵盖本段中所有项目的适当记录。

4. 放射性物质的监测

概述

4.1. 本部分就金属回收和生产行业应进行的辐射监测提出建议。它没有提供有关在经授权的实践¹⁹现场监测要回收的物料的建议,也没有提供关于为国家安全目的在边界进行监测的建议。参考文献[24]中提供了边界监测设备的技术和功能规格。

4.2. 鉴于金属回收和生产行业内的设施种类繁多,当局应采取分级监测的方法。期望中小型设施的营运者进行全面的辐射监测未必合理。然而,国家当局至少应确保通过传单和海报向此类设施的营运者提供以下方面的基本知识和认识:

- (a) 可能含有放射源的装置和容器的外观[35];
- (b) 辐射符号(三叶形)[39]和电离辐射补充警告符号[40];
- (c) 运输放射性物质所使用的标签和标牌[41];
- (d) 重金属容器或屏蔽块可能是用贫铀而不是铅建造的。

这些传单和海报应提供指示,说明在目视检查中发现可疑的任何物料、装置或容器应予以隔离,并应总结第 5 部分中提供的指导。关于如何识别放射源的进一步信息见参考文献[36]指令 1。

4.3. 大型金属回收和生产设施的营运者也应获得此类信息,因为目视观察仍然很重要,但识别此类设施中放射性物质的主要手段应是辐射探测器。大型设施的营运者应认识到,辐射监测不仅仅包括辐射水平的测量;还涉及对测量结果的解释,为此必须了解所作的任何测量都是必要的。

4.4. 本部分的其余部分主要为大型金属回收和生产设施提供建议。必须判断应在较小的设施中建立辐射监测计划的程度。

4.5. 应使用适当的辐射探测设备,例如下列设备[42]:

¹⁹ 参考文献[1]“实践”一词用于指故意将放射性物质(或其他电离辐射源)用于某种目的的情况(见参考文献[7])。“经授权的实践”一词用于区分根据监管机构的授权必须进行的实践和不需要或不应受控制的其他活动。

- (a) 盖革-米勒测量仪。金属圆桶型盖革-米勒探测器专为 β 响应而设计，适用于污染调查。端窗型盖革-米勒探测器一般适用于剂量率测量，但它们对 β 辐射相对不敏感，不适合污染调查；
- (b) 电离或曝光表。一般说来，使用电离室的测量仪往往不如端窗型盖革-米勒探测器灵敏；
- (c) 闪烁探测器。这些是固态探测器。使用碘化钠和塑料闪烁体的探测器适用于监测低 γ 辐射水平。

监测可能涉及使用这些探测器中的不止一个。此外，一些金属回收和生产设施的营运者使用多道分析仪来识别特定的放射性核素。

4.6. 辐射探测器可以是手持式的，也可以是固定式的。手持式探测器可放置在靠近待监测废金属的地方，因此可便于确定离散放射源或其他放射性物质的位置。手持式探测器的另一个优点是，它们可以被带到设施的所有部分。然而，它们不适合对大批量废金属货物进行例行监测。对这类货物的例行监测应使用固定式探测器，这类探测器往往更灵敏，但也更昂贵。固定的辐射探测器是不可移动的，一般不用于辐射调查。相反，这些设备应用作“通过—失败”指示器，即如果辐射水平达到预设水平，就会触发仪器仪表报警。

4.7. 营运者应了解它们使用的监测设备的局限性，因此在选择监测设备时应征求有资质的专家的意见²⁰。特别是，为金属回收和生产设施中的例行监测而设计的探测器通常探测光子辐射（ γ 射线和韧致辐射，当 β 射线穿过物质时产生），在某些情况下探测中子辐射²¹。监测设备检测光子（或中子）辐射的能力将取决于各种因素，包括检测系统与任何辐射源之间的非放射性物质的类型和数量、辐射源的活度以及由检测器和/或辐射源的移动确定的测量持续时间。此外，即使不是不可能，也很难通过常规监测来检测废金属中的 α 放射性核素，除非 α 辐射伴随着显著水平的 γ 辐射。正是由于

²⁰ 有资质的专家可以是个人，也可以来自私人或政府组织（见参考文献[7]）。

²¹ 中子探测器用于探测裂变材料的存在，如钚-239。这些设备经常用于边界监测，因为这些设备关注的是侦测核材料的非法越境转移。然而，一般工业中都使用中子源。将镅-241与铍结合用于湿度测量设备是一个常见的例子。

这个原因，即使在该设施安装了高质量和维护良好的探测系统[43]，过去也曾发生过铯-238 甚至镅-241²² 等放射性核素的意外熔化。

常规监测

4.8. 金属回收和生产设施的营运者应评审其处理废金属的各个步骤，从接收废金属到发送任何金属产品或废物，以确定辐射监测最有效的位置。应考虑任何覆盖的废金属或源容器的可能的屏蔽。特别是，营运者应对定期监测以下情况：

- (a) 托运的废旧金属在运抵设施时，最好靠近场址入口；
- (b) 钢熔炼过程中的试样；
- (c) 发货前的最终产品。

4.9. 营运者亦应考虑监测气体流出物、炉灰及炉渣。

4.10. 进入设施而未被检测到的源可能会由于废金属处理的过程而更易于被监测。因此，还应考虑使用固定式监测器来对处理流程进行监测，此时可能覆盖在放射源上的物料量是最少的。这类场所的例子有：

- (a) 在处理废金属的起重机或抓斗上；
- (b) 设施内移动废金属的输送机系统；
- (c) 在将废金属装入炉子的装料斗所在处。

对在设施内输送带系统上移动的废金属进行监测的探测效率会更高，因为覆盖的废金属对任何放射源的屏蔽将是最小的，而且探测器可以靠近要监测的物料放置。

4.11. 应根据设施类型选择监测设备。处理大量废金属的设施应使用固定式（入口）监测器，以监测托运货物抵达时的光子（有时也包括中子）辐射和任何产品（锭、金属条、废物等）在发运前的辐射。这种设备应具有足够的灵敏度，以便能够探测到辐射量高于天然本底的微小增加。对运抵的货物进行监测有助于查明所检测到的任何放射性物质的来源。

²² 镅-241 的 α 衰变伴随着 60 千电子伏特光子的发射，这些光子能量低，容易被屏蔽。

4.12. 应经常监测副产品流和废物流，特别是气态流出物，但也应监测炉灰和炉渣。²³ 在可能的情况下，应使用固定探测器，而不是实验室对样品进行分析，因为这样可以对所探测到的任何放射性物质立即作出响应。然而，应考虑第 4.7 段提到的监测 α 放射性核素的困难。

4.13. 为有效起见，探测器应尽可能靠近要监测的物料放置。设备应足够坚固，以适应其使用的特定环境条件。

实验室分析

4.14. 第 4.12 段指出应尽可能使用固定式探测器。然而，由于某些放射性核素不发射大量的 γ 辐射、韧致辐射或中子，因此很难用监测外部辐射的系统来检测，铸造厂的操作人员还应考虑定期采集其产品、炉渣和炉灰样品，以便在实验室测量 α 和 β 放射性活度浓度。

验收测试、校准和维护

4.15. 便携式辐射测量仪应在首次使用前、修理后和按监管要求规定的适当间隔由监管机构或有资质的专家酌情进行校准。使用前测试应包括对仪器仪表过载性能的测试，即应进行测试以核实仪器仪表在可预见的最大剂量率范围内能否正常工作。

4.16. 校准后应在仪器仪表上贴上标签，以提供相关信息，包括执行校准的组织、校准证书编号、校准日期或下一次校准的截止日期。校准应由拥有可追溯到国家标准机构的参考辐射场的组织进行。

4.17. 应每天使用放射源进行检查，以核实设备能够检测到辐射水平的适当增加。

4.18. 固定辐射监测仪器仪表的校准与辐射测量仪的校准意义不同。由于固定仪器仪表的操作是“通过-不通过”，因此应定期对其进行操作测试，以确保其保持对相应辐射水平作出响应的能力。例如，应每天使用检查源来核实监测器是否做出了适当的响应。

²³ 由于铯-137 的挥发性，它会被炉灰夹带（见参考文献[41]）。

此外，如果怀疑设备发生故障，应执行日常检查程序。

4.19. 应保存所有校准、试验和检查的记录。

4.20. 设备的维护计划至少应基于设备制造商的建议。

4.21. 如果辐射探测系统无法运作，金属回收和生产设施的活动应停止。

入口监测器的使用

4.22. 入口监测器通常由一个或多个竖直柱形的探测器阵列以及占用传感器组成，以允许仪器仪表在监测装有废金属的车辆和必要时调整背景辐射水平和报警阈值之间进行切换。由于监测器的灵敏度强烈依赖于距离，车辆通过时应尽可能靠近探测器阵列。此外，探测器的位置应使其在搜索区域有一条通畅的视线。

4.23. 应选择和安装可视报警指示器，以便检查点的工作人员能清楚地看到警报。同样，应选择和安装有声报警指示器，以便检查点的工作人员能清楚地听到警报。

4.24. 由于车辆及其部件的结构具有固有的屏蔽作用，使用入口监测器检测车辆中的放射性物质变得复杂起来。²⁴ 监测器的灵敏度还在很大程度上取决于测量时间的长短（见第 4.33(c)段）。在确定仪器仪表的报警阈值和调查水平时，应考虑到这两个问题[24、44]。

警报和调查水平

4.25. 调查水平是一个活度水平，应在该水平或以上进行调查，以确定所检测到的辐射的原因[7]。警报阈值可设定为低于调查水平，但应高于将使用仪器仪表处的本底辐射水平。²⁵ 警报阈值和调查水平均应设定为使未能检测到放射性物质存在的概率和误报的数量保持在可接受的水平。报警阈值

²⁴ 在对装有废金属的车辆进行监测时，由于车辆及其负载提供的屏蔽作用，背景辐射水平最多可降低 20%[24]。

²⁵ 仪器仪表的调查水平不能设定在本底辐射水平，因为由于放射性衰变的概率性质，这将导致过多的假警报。

可以表示为背景辐射水平的倍数或背景计数率的标准差的倍数。由于本底辐射水平与其标准差之间的关系取决于仪器仪表的探测灵敏度和本底辐射水平，因此无法得出普遍适用于所有仪器仪表的调查水平。参考文献[24、44]提供了有关设置入口监测设备的报警阈值和调查水平的进一步指导和信息。

4.26. 主要关注三种警报²⁶：假警报、无害警报和非无害警报。

4.27. 本底辐射的正常波动会触发假警报。在入口监测器中，它们是由仪器仪表对高于报警水平但低于调查水平的辐射水平响应引起的（见第 4.25 段）。假警报也可能是由附近射频辐射的干扰引起的，尽管使用设计良好的现代仪器仪表不太可能出现这种情况。

4.28. 可以核实无害警报是由于高于调查水平的本底辐射以外的辐射造成的，但不是由于混入废金属的放射性物质造成的。监测器附近的人（例如车辆驾驶员）为医疗诊断或治疗的目的被使用放射性核素，可能会引起无害警报。

4.29. 非无害警报是指由超出调查水平的辐射水平引起的警报，而不是无害警报。应对这类警报进行详细调查。

4.30. 任何警报都应进行初步调查，以确定其是假警报、无害警报还是非无害警报。应为此目的制定程序。通常，这应该包括重复测量的初始步骤。如果重复测量时未确认放射性物质的存在，则无需采取进一步行动。然而，操作者应记录发生的警报。但是，如果在重复对托运的废金属货物或托运货物的一部分进行测量时，警报以同样的方式作出响应，并且不能证明警报是假的或无害的，则应将警报视为非无害的，并应将托运货物或托运货物的一部分隔离在检测到警报的设施内，等待进一步调查（见第 5 部分）。

4.31. 图 1 总结了对金属回收和生产设施接收的废金属中放射性物质的监测步骤。

²⁶ 如果辐射水平超过报警阈值，或在废金属托运中目视识别到以可疑货包，则可启动报警。

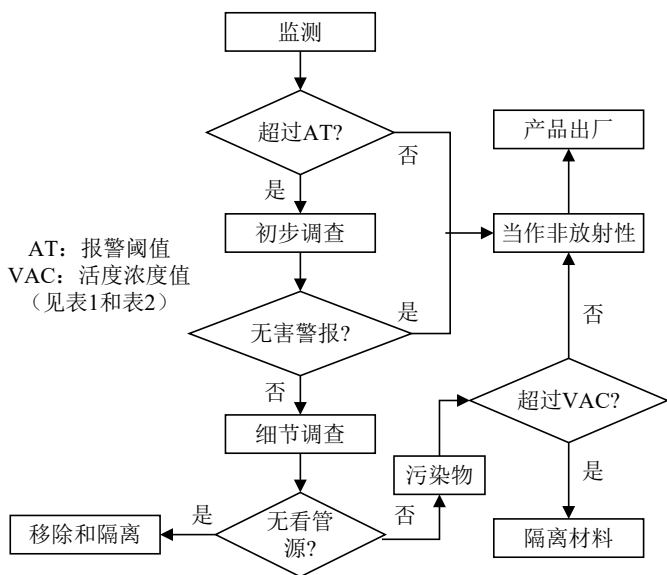


图 1. 金属回收和生产设施接收的废金属中放射性物质的监测步骤。

培训和提高人员的认识

4.32. 营运者应确保使用辐射监测设备的人员在使用方面受到充分培训，并了解它们所作测量的重要性和相关的不确定性。还应培训使用辐射监测设备的人员如何区分假警报、无害警报和非无害警报，并在发现警报是非无害警报时立即采取行动。培训应由有资质的辐射防护专家提供。

4.33. 还应使使用辐射监测设备的人了解以下技术和实际原因，这些原因可能使放射性物质的存在难以被探测到：

- (a) 因为放射源或物料的活度低²⁷、被屏蔽或离探测器太远，辐射水平可能太低而无法被探测到；
- (b) 放射性物质可能仅发射 α 辐射或低能 β 或 γ 辐射；
- (c) 监测设备的响应时间特性对于仪器仪表和放射性物质的相对速度来说可能太长（例如，在入口监测器的情况下，如果车辆在检测器之间高速通过，则检测概率将降低）；

²⁷ 放射性核素的活度浓度稍高于表 1 和表 2 所列数值，可能无法探测到，这取决于废金属提供的屏蔽和辐射监测器对所发射辐射的灵敏度（见第 4.7 段）。

- (d) 仪器仪表可能需要重新校准，以确保其具有正确的响应；
- (e) 仪器仪表在使用时可能不起作用。

4.34. 营运者应确保向所有实际处理或管理废金属的员工提供足够的信息，以便：

- (a) 它们知道它们可能会遇到放射性物质；
- (b) 它们可以通过视觉辨认放射源及其容器，以及用来表明放射性物质存在的各种标志、标签和标牌（见参考文献[35、39—41]）；
- (c) 它们知道并理解一旦发现放射性物质应采取什么行动；
- (d) 它们对电离辐射对人类健康和环境的影响有基本的了解。

5. 对发现放射性物质的响应

概述

5.1. 本部分就金属回收和生产设施的营运者应对非无害警报作出的响应提出建议（即本部分涵盖图 1 所示的详细调查和后续行动）。它不涉及主管当局对应急情况的响应，参考文献[20、27、28]对此提出了要求和建议。

策划应对措施

5.2. 如第 3.36(c)段所述，金属回收和生产设施的营运者应制定响应计划。出现疑似或实际存在放射性物质的迹象，比如非无害警报的出现，应触发应急计划的执行。应抵制金属回收和生产设施的营运者或其他工作人员无视非无害警报的任何诱惑。²⁸ 响应计划的目标应是确保工作人员、公众和环境得到保护。应急计划应与第 3.22 段所述国家辐射应急计划相一致。并应予以记录、演练、定期评审和在必要时更新。

5.3. 响应计划中应包括在发现疑似或实际存在放射性物质后应采取的行动。这些行动包括：

²⁸ 出现这种诱惑的原因可能是营运者可能希望避免监管机构加强评审，或逃避对其不想拥有的无看管源或其他放射性物质提供适当控制的义务（见第 3.15 段和脚注 13）。

- (a) 所有保护工作人员、公众和环境的正当行动都应迅速进行；
- (b) 应收集可能有助于对任何后果进行管理的信息；
- (c) 如果在一批废金属运抵大型设施时或在其加工之前发生非无害警报，则应将这批废旧金属隔离，等待进一步调查（见第 4.30 段）。应在响应计划中具体说明托运货物隔离放置的地点；
- (d) 当在处理废金属或监测任何金属产品或废物过程中出现非无害警报时，如认为有必要，应立即采取措施保护工作人员和公众，并酌情停止进一步处理和运送任何金属产品或废物，直至确定警报的原因、划定所有污染范围和封锁受影响地区为止。

5.4. 参考文献[20]第 4.23 段指出：

“应有一位现场人员在任何时候都有权力和责任：……迅速和无需协商作出适当的现场响应；通知适当的场外通知点……；并提供充分的资料，以便在场外作出有效的响应。应向此人提供适当的手段，提醒现场应急人员。并通知场外通知点。”

参考文献[20]第 4.23 段脚注指出，对于第 III 类或第 IV 类威胁的设施（见第 2.6 段），“这只适用于操作构成潜在风险的时期。”这一要求应视为适用于大型设施。承担这些责任的人员应是营运者任命的现场辐射安全员（见第 3.36(k)段），并应在响应计划中写明姓名。在发生疑似或实际存在放射性物质后，应立即通知现场辐射安全员。

5.5. 响应计划中应明确规定现场辐射安全员在应对任何事件方面的责任和权限。这些措施应包括：

- (a) 确保任何可疑放射性物质得到适当隔离；
- (b) 追踪可能接触过辐射的人；
- (c) 通知金属回收和生产设施的管理部门；
- (d) 酌情寻求有资质专家的协助；
- (e) 代表营运者通知监管机构是否确认存在放射性物质；
- (f) 代表营运者通知应急响应领域的主管当局，第 5.7 段指出的限值已被超过；
- (g) 参与恢复对放射性物质的实际控制。

5.6. 响应计划应具体说明要使用的监测设备。一般而言，使用手持式仪器仪表进行后续监测应足以确定警报是否由下列某一因素触发：

- (a) 一个完好的无看管源；
- (b) 熔化前破裂的无看管源；
- (c) 天然放射性核素；
- (d) 人工放射性核素；
- (e) 因处理放射性物质而对设施、金属产品或废物造成的污染。

然而，如果怀疑存在未密封的放射性物质，特别是可能含有 α 放射核素的物料，可能需要在低本底辐射水平的适当环境中或在放射化学实验室中取样测量。

5.7. 如果距离任何表面、物体或物料 1 米处的剂量率超过 0.1 毫希沃特/小时，应怀疑存在危险源，应立即通知应急响应领域的主管当局，并应调查是否存在危险放射源[28、36]。处理这种情况的安排应与应急响应领域的主管当局商定，并应列入响应计划。

5.8. 响应计划应具体规定应对非无害警报作出响应的人员进行适当培训，并适当配备必要的保护措施。

对特定事件的响应

拒收进货

5.9. 如果在发出非无害警报后，营运者决定拒收托运货物并将其退回供应商，营运者应首先将非无害警报的发生和退回托运货物的意向通知监管机构和供应商。在金属回收和生产设施之外运输的拖运货物只能按照国家和国际放射性物质安全运输的要求[41]进行。

5.10. 如果托运货物来自另一国家，执行退回托运货物的国家的监管机构应首先确定，拟议的接收人已在其本国获得接收和拥有放射性物质的授权，并且始发国具有适当的技术和行政能力、资源和监管机构，以确保其能够以符合参考文献[8]规定的方式管理这些物料。

本部分其余部分提供了对非无害警报的应对建议，但决定将托运货物退回供货人的情况除外。

对完整无看管源的响应

5.11. 如果运抵大型设施的废金属托运货物可能含有一个无看管源，则应将含有该源的托运货物移至先前在响应计划中规定的专门设计的地点。托运货物周围地区应设警戒线，只有具备适当资格和经验的人员才能进入。托运货物周围的警戒线应在现场辐射安全员的指导下并根据响应计划中规定的标准设置（见第 5.7 段）。封锁区域外的环境剂量率不应超过 0.1 毫希沃特/小时。该剂量率基于参考文献[28]表 7 中给出的操作干预水平。（另见参考文献[36、44]）。

5.12. 应在有资质专家的支持下，并在现场辐射安全员和（或）有资质专家的指导下，对托运货物进行进一步调查。应清除无看管源周围的废金属。应当注意周围的废金属可能由于放射性物质从无看管源泄漏而受到污染，并应当注意在可能遮蔽源的废金属被移除时剂量率的任何增加。应考虑使用具有 γ 能谱分析能力的手持监测设备，以确定存在哪些放射性核素。

5.13. 如果确认存在无看管源，营运者应与现场辐射安全员和监管机构合作，作出安排，回收无看管源，若无屏蔽，则将其置于适当屏蔽的容器中。然后，应将经过适当屏蔽的回收的无看管源移至安全可靠的现场存储位置，等待就其后续管理作出决定。应事先确定存储地点（即在响应计划中）。应仅允许已被授权并完全了解应采取的预防措施的人进入存储区域。

对破裂无看管源的响应

5.14. 在无看管源破裂的情况下，营运者应与现场辐射安全员和监管机构合作，作出安排，收回无看管源，如无屏蔽，则将其置于适当屏蔽的容器中。活度浓度高于参考文献[31]中提供的值（见本“安全导则”表 1）的被屏蔽的源和任何怀疑含有放射性核素的废金属或其他物料，应被移至一个安全可靠的现场存储地点，以待就其随后的管理作出决定。应注意防止污染扩散。存储地点应事先确定（即在响应计划中确定），并应防止污染进一步扩散，例如接触雨水。应仅允许已被授权并完全了解应采取的预防措施的人进入存储区域。

5.15. 应监测受污染的废金属和破裂的无看管源经过的地区是否受到污染。任何受污染的地区都应设置警戒线，并应限制进入，直到该地区被去污为止。

对托运的废金属中其他放射性物质的响应

5.16. 如果对托运的废金属进行的辐射测量表明存在放射性核素，其活度浓度高于表 1 或表 2[31]中提供的值，则应将托运的废金属转移到安全可靠的现场存储地点。应事先确定存储地点（即在响应计划中）。该区域应设警戒线，只有经授权并充分了解应采取的预防措施的人才能进入存储地点。营运者应与现场辐射安全员和监管机构合作，为进一步调查作出安排。应考虑使用具有 γ 能谱分析能力的手持监测设备，以确定存在哪些放射性核素。可能需要进行实验室分析，以确定存在的放射性核素和物料的活度浓度。只有放射性核素活度浓度高于表 1 或表 2 所列数值的物料才需要视为受监管物料，并保留在封锁区内。

5.17. 应适当考虑受污染的废金属的移动可能造成的污染扩散，例如通过接触雨水造成的污染扩散。

在熔化之前对输入流中的放射性物质的检测的响应

5.18. 如果在熔化前检测到输入废金属流中的放射性物质（例如，由于无意中切碎与废金属混合的源而对设施内的输送机系统造成污染），操作员应立即：

- (a) 中断该过程，使输入流中的物料不再在设施内进一步进行；
- (b) 封锁该区域并限制进入；
- (c) 安排进行调查，以确定放射性物质的性质；
- (d) 根据放射性物质的性质，按照第 5.11 段的建议，安排将其运往安全可靠的现场存储地点。

5.19. 所有工作应在现场辐射安全员的指导下进行。如有需要，营运者应向有资质的专家寻求技术支援。

对放射性物质熔化造成的污染的响应

5.20. 如果在废金属熔化后检测到放射性物质（如废气、炉渣或金属产品中的放射性物质），操作员应立即：

- (a) 考虑是否无意中熔化了危险源，如果怀疑有此情况，立即通知应急领域的主管当局；
- (b) 中断被认为受到影响的工艺的所有阶段，并安排进行监测，以确定污染的程度；
- (c) 采取一切必要措施，防止放射性物质进一步扩散；
- (d) 暂停将任何可能受到污染的金属产品或废物运出或在设施中移动；
- (e) 通知可能收到任何受污染产品的任何组织；
- (f) 对情况进行（或安排进行）全面的放射性评定，以确定污染的性质和程度。

5.21. 综合放射性评定应基于对金属回收过程的详细研究，并应包括对可能产生的任何炉渣和粉尘的测量，以及对事件发生区域的周围环境的监测，必要时还应包括对设施内外其他区域的监测。应考虑放射性物质在处理废金属过程中是否分布在金属与炉渣、浮渣、气体流出物、炉灰或其他物料之中。²⁹ 可能需要进行实验室分析，以确定物料中放射性核素的活度浓度。辐射评定应在现场辐射安全员的指导或支持下进行，必要时，营运者应寻求有资质专家的技术支持。

5.22. 如果放射性物质被释放到环境中，第一响应人员应在当地官员的支持下，对造成场外后果的任何事件作出任何场外响应³⁰。参考文献[36]为第一响应人员提供了详细的指导。

5.23. 任何留在设施内的物料，包括炉渣和灰尘，其放射性核素的活度浓度高于表 1 或表 2（见参考文献[31]）所列数值，在就其随后的管理作出决定

²⁹ 可能与废金属混合的放射性核素在行为上有很大差别。例如，在熔化过程中，钴-60 主要留在金属相中，而铯-137（通常以氯化铯的形式存在于密封源中）更有可能与粉尘混合或作为空气中的流出物排放。镅-241 和天然放射性核素更有可能与炉渣混合。

³⁰ 场外应急应以放射性应急响应的国家标准为基础。然而，有观点认为，不太可能有必要在由于无看管源无意中熔化，放射性物质向大气释放后造成环境污染时，需要采取保护公众的行动。

之前，应被移至安全可靠的现场存储地点。存储地点应事先确定（即在响应计划中确定），并应防止污染进一步扩散，例如接触雨水。应仅允许已被授权并完全了解应采取的预防措施的人进入存储区域。

这项工作应在现场辐射安全员的指导下进行。如有需要，营运者应向有资质的专家寻求技术支援。

向公众提供信息

5.24. 参考文献[20]第 4.83 段指出：“应作出安排，以便：在发生核或辐射紧急情况时，向公众提供有用、及时、真实、一致和适当的信息……”。参考文献[20]第 4.84 段指出：“营运者、应急组织、其他国家和原子能机构应作出安排，在发生核或辐射紧急情况时，协调向公众以及新闻和信息媒体提供信息。”根据本“安全导则”第 3.23 段要求，向公众提供信息的规则应在国家辐射应急计划中规定。

5.25. 在放射性物质释放到环境中或运送因危险源熔化而受到污染的产品 的情况下，这种安排特别重要。应在响应计划中确定这些安排。在金属回收和生产设施发生此类事件时向公众提供的信息应酌情包括：

- (a) 事件可能对健康造成的后果，包括在必要和适当时作出保证，以消除任何不合理的恐惧；
- (b) 公众应采取的行动；
- (c) 为保护公众已经采取的行动。这应包括为回收可能进入公共领域的受污染产品而采取的任何行动。

事件报告

5.26. 在金属回收和生产设施中发生任何已证实存在放射性物质的事件后，营运者应安排编写一份报告，说明事件、所作测量的类型、结果、工作人员和公众已知的辐射后果，以及为减轻这些后果所采取的行动。营运者还应设法查明放射性物质的来源，并将调查结果写入报告。报告应立即提交监管机构。应与所有相关各方（例如，参与第 3.14 段指出定期联络会议的各国家当局）分享关于涉及危险源的事件的报告，以便所有各方都能分享从事件中汲取的经验教训和对事件的响应。

培训和信息

5.27. 营运者应确保所有可能需要对非无害警报作出响应的员工了解响应计划，并清楚了解它们在这方面的责任和义务。特别是，所有工作人员都应接受培训，了解如何识别放射性物质，如何对疑似或实际存在于废金属、金属产品或废物中的放射性物质作出响应，以及应遵循的程序。培训应由具备适当资质的人员提供。

5.28. 在应对非无害警报方面，现场辐射安全员（见第 3.36(k)段）应具备足够的知识，以便能够：

- (a) 充分评定辐射危害，并就必要的辐射安全措施提供咨询意见；
- (b) 确定必要的预防措施，以保护参与应对事件的工作人员；
- (c) 确定何时可以终止防护行动。

国际合作

5.29. “及早通报公约”和“援助公约”[21]规定了缔约国在发生辐射应急情况时与其他国家和国际组织合作和提供援助的义务（见第 3.7—3.8 段）。如本“安全导则”第 3.7 段所述，参考文献[20]要求各国直接或通过原子能机构通知可能受到跨国应急情况影响的国家。鉴于废金属和金属回收和生产行业产品的国际贸易数量巨大，国家当局应作出安排，与其他国家的有关当局和有关政府间组织就涉及金属回收和生产行业危险源的任何应急情况开展合作。

5.30. 特别是，这种安排应包括在发生下列任何情况时通知任何可能受影响的国家和原子能机构：

- (a) 金属回收和生产设施向大气释放放射性物质；
- (b) 发现放射性物质掺入金属产品或废物，其放射性核素的活度浓度超过表 1 或表 2 所列数值（见参考文献[31]），且此种产品或废物跨越国界运输；
- (c) 放射源丢失，此放射源被怀疑与废金属混合并被运过国界。

6. 受污染地区的治理

6.1. 参考文献[27]规定了曾受活动和事故污染地区的治理要求³¹。有关满足这些要求的建议,见参考文献[37]。治理的目标是及时和逐步减少危害,并在可能的情况下,最终不受限制地取消对该地区的监管。参考文献[27、37]指出,在有些情况下,某个区域取消监管控制是不现实的,可能有必要限制进入或使用该区域。

6.2. 应考虑参考文献[27、37],因为本“安全导则”不涉及因废金属中存在放射性物质而可能受到污染的设施的去污问题。然而,这里要指出几点。

6.3. 应评价设施中因处理含有放射性物质的废金属而受到污染的所有部分,以确定是否需要进行治疗。但是,在此之前,应适当说明污染的性质和程度。

此后,营运者应在现场辐射安全员和必要时有资质专家的指导下,并与工作人员代表协商,制定治理计划,其中应包括保护工作人员和公众的安排。治理计划须经监管机构核准[27]。作为治理计划的一部分,在治理工作完成之前,可能需要停止金属加工或生产作业。

6.4. 治理计划必须说明治理的目标;要使用的任何参考水平;治理措施的性质、规模和期限;存储或处置任何废物的安排;以及在补救行动期间和之后进行的监测[27]。

6.5. 治理计划应在现场辐射安全员的监督下执行,必要时还应由有资质的专家进行监督。除非监管机构另有商定(见第7部分),否则任何受放射性核素污染的物料,其放射性浓度高于表1或表2所列数值的,均应移至安全可靠的现场存储地点,该地点应事先确定(即在响应计划中),随后应作为放射性废物加以管理。

6.6. 监管机构应就是否解除对某一场址的监管作出最后决定。

³¹ 参考文献[27]脚注3指出:“‘治理’并不意味着消除所有放射性或所有放射性物质的痕迹。最优的过程可能带来广泛的治理,但不一定恢复先前存在的状况。”

7. 回收放射性物质的管理

7.1. 本部分讨论在金属回收和生产设施中发现放射性物质后回收的放射性物质的管理问题。这种物料应作为放射性废物处理，因此需要适当的管理。这类放射性物质的管理应按照有关放射性废物预处理管理的安全要求[3]和关于如何满足这些要求的有关建议[33]进行。应参阅参考文献[3、33]，因为本“安全导则”不涉及因废金属中存在放射性物质而可能产生的放射性废物的管理。然而，这里要指出几点。

7.2. 如第 3.15 段所述。政府应制定政策和战略来监管放射性废物，特别是金属回收和生产工业中回收的放射性物质。此政策和战略还应涵盖因无看管源破裂或放射性物质与废金属熔化而可能造成的任何污染而产生的放射性废物。应与金属回收和生产工业、放射性废物管理的监管机构和组织合作制定这样的政策和战略。

7.3. 应将以下内容作为管理因废金属中含有放射性物质而产生的放射性废物的策略和程序的一部分：

- (a) 应尽量减少放射性废物的产生，在确实产生放射性废物的情况下，其形式应便于后续的处理、加工、运输和存储，并符合为后续的管理或处置而制定的验收标准；
- (b) 应尽可能合理地对放射性废物进行分类，以最大限度地减少对环境的影响；
- (c) 回收的放射性物质应保存在安全和有保障的现场存储地点，直到监管机构同意可以移走为止；
- (d) 回收的放射性物质不应长期存储在金属回收和生产设施中；
- (e) 在金属回收和生产设施存储回收的放射性物质时，只有经过适当辐射防护培训的授权人员才能靠近；
- (f) 应与监管机构合作确定存储或处置放射性物质的适当管理路线，同时考虑到废物的性质和既定的国家废物管理政策；
- (g) 任何回收的放射性物质都应转移到有权接收放射性废物的废物管理组织。这类物料的运输必须按照安全运输放射性物质的国家和国际要求[41]进行。如果预计在满足安全运输要求方面会有困难，应事先与有关国家的监管机构讨论。

参 考 文 献

- [1] 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)。
- [2] 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)。
- [3] 国际原子能机构《放射性废物处置前管理》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 5 号,国际原子能机构,维也纳(2009 年)。
- [4] 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)。
- [5] 国际原子能机构《放射性物质意外混入废金属的控制和管理》,(国际研讨会论文集,塔拉戈纳,2009),国际原子能机构,维也纳(2011 年)。
- [6] 联合国欧洲经济委员会《放射性废金属监测和响应程序的建议:联合国欧洲经济委员会召集的国际专家组报告》,ECE/TRANS/NONE/2006/8,联合国欧洲经济委员会,日内瓦(2006 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] 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)。
- [9] 国际原子能机构《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)。
- [10] ANGUS, M.J., CRUMPTON, C., McHUGH, G., MORETON, A.D., ROBERTS, P.T., “欧洲联盟废弃密封放射源的管理和处置”, EUR18186EN, 欧洲委员会,卢森堡(2000 年)。

- [11] 联合国欧洲经济委员会,“回收金属废物方面改善辐射防护管理的情况报告”(国际原子能机构和欧洲委员会联合编写), ECE/TRADE/278, 联合国欧洲经济委员会, 日内瓦(2002 年)。
- [12] 联合国欧洲经济委员会,“放射性污染废金属的监控、拦截和管理”(联合国欧洲经济委员会专家组会议论文集, 日内瓦, 2004 年), ECE/TRANS/NONE/2004/31, 联合国欧洲经济委员会, 日内瓦(2004 年)。
- [13] 联合国欧洲经济委员会《放射性废金属监测和响应程序的建议》(欧洲经委会监测放射性废金属专家组论文集, 日内瓦, 2006 年), ECE/TRANS/NONE/2006/7, 联合国欧洲经济委员会, 日内瓦(2006 年)。
- [14] 国际原子能机构《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)。
- [15] 国际原子能机构《负责辐射源安全和放射性物质安全的国家监管机构》(国际会议论文集, 布宜诺斯艾利斯, 2000 年)《C&S 文件丛书》第 9 号, 国际原子能机构, 维也纳(2001 年)。
- [16] 国际原子能机构《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)。
- [17] 国际原子能机构《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)。
- [18] 国际原子能机构《从核设施退役和安全终止核活动中吸取的教训》(国际会议论文集, 雅典, 2006 年), 国际原子能机构, 维也纳(2007 年)。
- [19] 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)。
- [20] 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、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织,《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)。

- [21] 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）。
- [22] 国际原子能机构《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》，国际原子能机构《国际法丛书》第 1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [23] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、泛美卫生组织、世界卫生组织，《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）。
- [24] 国际原子能机构《边境监控设备的技术和功能规格书》，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）。
- [25] 欧洲刑警办事处、国际原子能机构、国际警察组织、世界海关组织，《打击非法贩运核及其他放射性物质》，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）。
- [26] 国际原子能机构《辐射发生器和密封辐射源的安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.10 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [27] 国际原子能机构《受过去活动和事故污染区域的治理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-R-3 号，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。
- [28] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工办公室、泛美卫生组织、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织，《核或辐射应急准备的安排》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-2.1 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [29] 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）。
- [30] 国际原子能机构《制定应对核或辐射应急安排的方法》，更新国际原子能机构《技术文件》第 953 号，EPR-方法（2003 年），国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

- [31] 国际原子能机构《排除、豁免和解控概念的应用》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.7 号，国际原子能机构，维也纳（2004 年）。
- [32] 国际原子能机构《排除、豁免和解控所用放射性浓度值的推导》，《安全报告丛书》第 44 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [33] 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）。
- [34] 国际原子能机构、世界卫生组织，《如何识别和初始应对意外照射伤害》，国际原子能机构，维也纳（2000 年），
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/IAEA-WHO-L-Eng.pdf>
- [35] 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）。
- [36] 国际消防和灭火技术委员会、国际原子能机构、泛美卫生组织、世界卫生组织，《放射性紧急情况的急救人员手册》，应急准备和响应丛书,IAEA-ERP-应急人员，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [37] 国际原子能机构《过去活动和事故影响地区的治理过程》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-3.1 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [38] 国际原子能机构、国际劳工办公室、泛美卫生组织、世界卫生组织，《辐射防护和辐射源安全使用的能力建设》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.4 号，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。
- [39] 国际标准化组织，《基本电离辐射符号》（ISO 361:1975），国际标准化组织，日内瓦（1975 年）。
- [40] 国际标准化组织，《电离辐射警告-补充符号》（ISO 21482），国际标准化组织，日内瓦（2007 年）。
- [41] 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）。

- [42] 国家辐射防护和测量委员会《潜在放射性废金属的管理》，国家辐射防护和测量委员会第 141 号报告，国家辐射防护和测量委员会，马兰州贝塞斯达（2002 年）。
- [43] 英国政府《高放密封放射源和无看管源规定 2005 版的解释备忘录》第 2686 号，http://www.opsi.gov.uk/si/em2005/uksiem_20052686_en.pdf
- [44] 国际原子能机构、世界海关组织、欧洲执法组织、国际刑事警察组织，《边境放射性物质的侦测》，国际原子能机构《技术文件》第 1312 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。

附 件 I

评审涉及金属回收和生产行业中放射性物质的事件

I-1. 金属回收和生产行业必须应对各种潜在的污染物。例如包括润滑油，易燃液体，过程酸和其他可能留在发电设施的废料中的有害污染物。1986 年对金属回收和生产行业的无看管源的发现进行了第一次正式报告[I-1]。从那时起，人们越来越认识到此类事件可能会产生重大影响。

废金属供应链中的事故

I-2. 表 I-1 给出了废金属供应链中涉及放射源的一些已知事故的摘要。事故的主要原因是缺乏监管控制，在不安全的地方存放废源以及盗窃含有源的设备。

放射性物质的无意熔化

I-3. 表 I-2 总结了一些涉及无意的废金属中放射源熔化的事件。

I-4. 参考文献[I-9]的表 1 中公布了 1983 年至 1998 年期间一系列涉及放射源意外熔化的 60 个事件。图 I-1 和 I-2 中总结的数据表明，这些事件中有 69% 发生在钢铁工业中。在有色金属中，受影响最大的行业是铝回收行业。

I-5. 数据还表明（图 I-2）最常见于熔化事故的两种放射性核素是铯-137（48%）和钴-60（26%）。镅-241，镭-226 和钍各占事件总数的 5~6%，但后两者通常不是来自密封放射源。在镭-226 的情况下，起源可能是旧的发光物品（例如飞机仪表盘，主要是军用物品）或可追溯到二十世纪早期的假医疗设备。钍源自诸如用钍硬化的镁合金之类的物料，其已被广泛用于适当的提高航空发动机的机械性能。

表 I-1. 涉及废金属供应链中放射源的一些事故概要

时间 地点	设备	放射源	原因	后果	参考 文献
1987 巴西 戈亚 尼亚	远距 离放 疗单 元	铯-137 50 TBq	缺乏监管 从不安全的 建筑物盗 窃，作为废 金属进行处 理	大量污染 21 人剂量超过 1 戈 瑞；4 人死亡 建筑物拆除了 3500 立 方米的放射性废物	[I-2]
1998 土耳 其伊 斯坦 布尔	三个 远距 离放 疗单 元	钴-60 3.3 TBq 23.5 TBq 21.3 TBq	缺乏监管 当作废金属 出售	18 人住院； 其中 5 人剂量超过 3 戈瑞； 1 人剂量约 2 戈瑞； 其余剂量低于 1 戈瑞 只有两个源未受损伤 的找回	[I-3]
2000 泰国 北榄 府	一个 远距 离放 疗单 元	钴-60 15.7 TBq	缺乏监管 从不安全的 厂区盗窃， 作为废金属 进行处理	10 人受到高剂量； 3 人死亡（所有废物 场中的工人） 源被完整找回	[I-4]
2002 尼日 利亚	两个 测井 源	铯-241/铍 721 GBq 18 GBq	公司卡车中 被盗	源在欧洲的废金属运 输中被发现	[I-5]

表 I-2. 一些涉及废金属中放射性物质熔化的事故概述

时间地点	设备	放射源	原因	后果	参考文献
1983 墨西哥 华雷斯	远距离放 疗单元	钴-60 37 GBq	缺乏监管 当作废金属 出售	建筑物钢筋污染；拆除 814 所房屋 75 人剂量介于 0.25 至 7.0 戈瑞间 几家铸造厂需要进行彻 底的净化处理 16000 立方米土壤和 4500 吨金属放射性废物 费用约为 3400 万美元	[I-6]
1998 西班牙 阿尔赫 西拉斯	未知	铯-137	无意中 融化	向空气中释放铯-137 6 人被轻微污染 270 吨受污染的粉尘 2000 万美元的生产损 失；300 万美元的清理 费用；300 万美元用于 废物存储 促成《西班牙议定书》 的制定（见附件 III）	[I-7]
2000 英国	心脏 起搏 器	钷-238 140 GBq	无意中融化 未被入口监 测器发现	剂量可忽略 清理和处置费用为数百 万美元	[I-8]

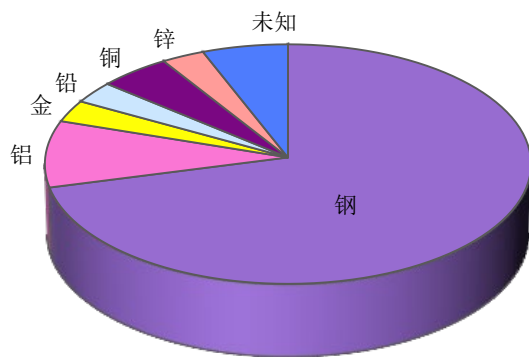


图 I-1. 金属回收行业的分布，其中发生了涉及无意中熔化放射源的事件。

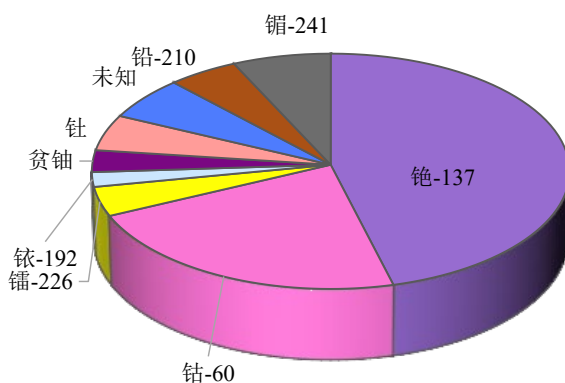


图 I-2. 金属熔化事件中的放射性核素。

涉及放射源的事件的潜在后果概述

I-6. 除了对人类健康和环境造成的后果之外，此类事件的潜在后果范围很广，包括：

- (a) 工作人员和公众对健康后果的焦虑。一些事件导致大量人员为确保安全寻求辐射监测和持续的健康监测。结果会导致卫生部门的资源可能过度紧张；
- (b) 对监管机构和其他当局（如警察，海关，民防和应急计划人员）的资源提出了实质性要求。需求可能超过现有资源，因此需要其他国家和其他组织的协助；

- (c) 由于对放射性物质的控制不足和对事件的响应，监管机构，应急响应领域的主管当局和政府丧失信誉；
- (d) 由于运营中断导致严重的商业影响。回收和清理污染的成本可能远远超过受影响公司的资产，导致破产和失业；
- (e) 对金属回收和生产行业失去信心；
- (f) 由于难以管理的大量计划外废物流，对国家放射性废物管理设施的需求过大；
- (g) 如果后果超出国界，则对国际关系产生不利影响。即使放射性后果非常低，也可能发生这些情况。

附件 I 参考文献

- [I-1] LUBENAU, J.O., NUSSBAUMER, D.A., “工业产品的放射性污染”，《保健物理》第 514 期（1986 年）第 409—425 页。
- [I-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）。
- [I-3] 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-4] 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-5] ELEGBA, S.B., “尼日利亚的放射源进出口控制”，《放射源的安全和安保：放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）第 393—402 页。
- [I-6] 美国会计总署《核不扩散：美国和国际援助的密封放射源控制工作需要加强》，第 GAO-03-638 号报告，美国会计总署，华盛顿特区（2003 年）。
- [I-7] GIL, E., “无看管源：扩展外放射防护管理框架”，论文发表在 IRPA 第 2 次欧洲辐射防护会议，巴黎（2006 年）。

- [I-8] 英国环境、食品和农村事务部《高放密封放射性源和无看管源规定 2005 版的解释备忘录》第 2686 号，
http://www.opsi.gov.uk/si/em2005/uksiem_20052686_en.pdf
- [I-9] DICUS, G.J., “问题的严重程度”，《辐射源的安全和放射性物质的安保》（第戎国际会议论文集，1998 年），国际原子能机构，维也纳（1999 年）第 19—26 页。

附 件 II

放射源分类

II-1. 高活度放射源如果不能被安全可靠地管理，可能会在短时间内对个人造成严重的确定性影响，而低活度源则不然。《放射源的分类》[II-1]根据放射源对人类健康造成危害的可能性对放射源进行分类。这种分类旨在协助监管机构采用分级方法控制放射源。它还为《放射源安全和安保行为标准》[II-2]奠定了基础。通过扩展，将其应用于金属回收和生产行业中发现的放射性物质的管理是适当的，特别是在确定应急准备和响应的安排时（参见参考文献[II-3、II-4]）。

II-2. 分类基于“危险源”的概念。这些源根据各自的“D 值”[II-5]进行量化。D 值是源的放射性核素的比活度，如果不受控制，可能对一系列事故假想方案造成严重的确定性影响，包括无屏蔽放射源的外照射和放射性弥散后的内照射和外照射。共有五个类别，其中第 1 类源是最“危险”的。第 1 类放射源的活度超过其 D 值的 1000 倍。另一方面，第 5 类放射源的活度小于其 D 值的 1/100。

II-3. 对于含有无看管源的废金属的情况，这种分类用于以下目的：

- (a) 应急准备和响应；
- (b) 确定重新获得对源控制的行动的优先次序；
- (c) 与公众沟通，作为解释与放射源事件有关的相关危害的基础。

II-4. 5 类放射源用简明语言解释如下[II-6]：

第 1 类（极其危险）。如果无安全管理或安全防护，这类源可能会对任何与它们接触超过几分钟的人造成永久性伤害。更长时间的暴露可能是致命的。典型的这类源是放射性同位素热电发电机，工业辐照器和远距离治疗源。

第 2 类（非常危险）。如果无安全管理或安全防护，这类源可能会对与它们短时间（几分钟到几小时）接触的人造成永久性伤害。暴露超过几个小时可能是致命的。此类源的实例是用于工业射线成相术和高/中剂量率近距离放射治疗的源。

第 3 类（危险）。如果这类源没有得到安全管理或安全防护，可能会对与其接触数小时的人造成永久性伤害。照射可能是致命的 — 尽管不太可能 — 如果接触延长数天至数周。此类源用于固定工业仪表中，例如液位计、吹填仪、传送计和旋转管道计，以及测井。

第 4 类（不太可能有危险）。任何人都不太可能被这类源永久性伤害¹。但是，如果没有安全管理或安全防护，一定数量的未受保护的放射性物质可能 — 尽管不太可能 — 暂时伤害与它们接触数小时的人，或者与它们靠近几周的人。

第 5 类（几乎无危险）。这类源不会造成任何人永久性伤害。

II-5. 表 II-1 提供了对应于一些较常见的放射性核素的类别 1、2 和 3 的阈值的活度。金属回收和生产行业对这三类无看管源最感兴趣，因为对工作人员可能造成健康后果，如果这类源无意中融化，会产生严重的经济后果。因此，涉及任何这些类别的无看管源的金属回收和生产行业中的任何事件都必须被视为辐射应急情况。虽然两个最低类别的无看管源对健康的影响很小，但如果遭到破坏，它们可能会导致重大的经济损失。

¹ 本叙述中未考虑可能的延迟健康影响。

表 II-1. 关于放射源类别的活度阈值

放射性核素	第 1 类 1000×D (TBq)	第 2 类 10×D (TBq)	第 3 类 D (TBq)
镅-241	6.E+01	6.E-01	6.E-02
镅-241/铍	6.E+01	6.E-01	6.E-02
镭-226	2.E+01	2.E-01	2.E-02
镭-228	5.E+01	5.E-01	5.E-02
钴-60	3.E+01	3.E-01	3.E-02
铯-137	1.E+02	1.E+00	1.E-01
钷-153	1.E+03	1.E+01	1.E+00
铈-140	8.E+01	8.E-01	8.E-02
钷-147	4.E+04	4.E+02	4.E+01
钷-238	6.E+01	6.E-01	6.E-02
钷-239 ^a /铍	6.E+01	6.E-01	6.E-02
镭-226	4.E+01	4.E-01	4.E-02
钷-75	2.E+02	2.E+00	2.E-01
铈-90（钷-90）	1.E+03	1.E+01	1.E+00
钷-170	2.E+04	2.E+02	2.E+01
铈-169	3.E+02	3.E+00	3.E-01
金-198 ^b	2.E+02	2.E+00	2.E-01
镭-109 ^b	2.E+04	2.E+02	2.E+01
钴-57 ^b	7.E+02	7.E+00	7.E-01
铁-55 ^b	8.E+05	8.E+03	8.E+02
钴-68 ^b	7.E+02	7.E+00	7.E-01
镍-63 ^b	6.E+04	6.E+02	6.E+01
钷-103 ^b	9.E+04	9.E+02	9.E+01
钷-210 ^b	6.E+01	6.E-01	6.E-02
钷-106（钷-106）	3.E+02	3.E+00	3.E-01
铈-204 ^b	2.E+04	2.E+02	2.E+01

^a 对于有大倍数 D 值的放射源需要考虑临界性问题和与核材料的核算和控制有关的问题。

^b 这些放射性核素不太可能用于单独的放射源，其活动水平将使它们属于第 1、2 或 3 类。

附件 II 参考文献

- [II-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）。
- [II-2] 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）。
- [II-3] 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、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织，《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）。
- [II-4] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工办公室、泛美卫生组织、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织，《核或辐射应急准备的安排》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-G-2.1 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。
- [II-5] 国际原子能机构《放射性物质的危险量（D 值）-应急准备和响应》，EPR-D-值（2006 年），国际原子能机构，维也纳（2006 年）。
- [II-6] 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）。

附件 III

国家和国际举措的例子

国家举措

比利时

III-1. 为确保保护公众，工作人员和环境免受电离辐射的危害，联邦核控制局（FANC）发展并建立了一种通用方法，对废金属中的放射性物质和非放射性废物进行放射性监测。它们与比利时三个地区的环境管理部门和比利时放射性废物和富集易裂变材料局（NIRAS/ONDRAF）密切合作，与大多数金属加工，废物处理和回收部门专业联合会进行磋商。比利时方法结合了几个方面的：

- (a) 防止放射源进入其他工业部门；
- (b) 界定最可能出现无看管源的流；
- (c) 确定最可能发现无看管源的设施；
- (d) 对这些设施进行适当的监测；
- (e) 资助对无看管源的追踪和管理；
- (f) 收集信息并提供反馈。

防止放射源进入其他工业部门

III-2. 除了比利时已经存在的电离辐射控制之外，联邦核控制局还加强了对高活度密封源的专业和管理监控，以防止它们的丢失或误用，并避免高风险的无看管源。《2003 年 12 月 22 日关于控制高活度密封放射源和无看管源的理事会指令》2003/122/Euratom [III-1] 于 2006 年 5 月 23 日转入比利时法律。因此，现在必须提供每个高活度源的独特识别，标记和记录，以及所有参与与源使用有关的活动的具体培训和信息。此外，必须进行有针对性的检查和补充技术控制。现在需为每个无看管源提供记录表。

界定最可能出现无看管源的流

III-3. 通过与相关各方和三个比利时地区的环境管理部门合作，并根据其获得的国家和国际经验，联邦核控制局在废物回收和加工行业处理的物流中确定了哪些物流包含无看管源的风险。这些流是根据欧洲委员会制定的废物分类代码定义的，并被宣布为“无看管源敏感流”。

确定最可能发现无看管源的设施

III-4. 操作和/或处理一个或几个包含无看管源风险的供应流的工业场所将事实上被列为“无看管源敏感”。所有这些设施都必须实施人员培训，警戒措施和对发现源的响应的最低要求。完成建立发现放射源的响应程序，并且也将强制执行。

对工业设施进行适当的监测

III-5. 在最有可能发现无看管源的设施中，有些设施面临无看管源的可能性更高。因此，这些设施必须遵守系统性和自动化的筛选对传入的无看管源敏感的所有流的义务——特别是通过安装入口监测器。废金属加工设施受此义务的约束。

III-6. 虽然核部门以外的辐射监测尚未强制实施，但联邦核控制局认为，辐射防护方面和统一实践的实现需要作为优先事项加以处理。因此，联邦核控制局于 2006 年 9 月发布了“关于在非核部门使用辐射入口监测器的指令”以及这些指令的技术附件。这些指令描述了触发入口监测警报时营运者必须遵循的各个步骤。它们描述了工作人员将采取的辐射防护措施，以及运营者需要向联邦核控制局提供的信息。

III-7. 只有当放射性不超过特定水平时，才允许营运者在没有辐射专家帮助的情况下进行干预。超出这一水平，必须召集一名辐射防护专家协助从货物中回收源。

III-8. 此外，联邦核控制局正在为最有可能发现无看管源并且非必须通过辐射入口监测器进行系统性和自动化筛查的设施制定监管指令。这些指令包括对员工培训，警戒措施和发现放射源的响应的最低要求。

资助对无看管源的追踪和管理

III-9. 2007 年 3 月, 比利时部长理事会在《2003 年 12 月 22 日关于控制高活度密封源和无看管源的理事会指令》2003/122/Euratom 转换框架内, 采用了与回收无看管源废物管理相关费用的财务解决方案。当发现放射源时, 现在由联邦核控制局使用“污染者付费”原则, 该原则首先尝试识别污染者, 然后对其提起诉讼。如果无法确定污染者, 或者确定污染者的努力与所涉及的费用不成比例, 则源被视为无看管源, 经济费用由 NIRAS/ONDRAF 的破产基金承担。

III-10. 2007 年 10 月, 联邦核控制局、NIRAS/ONDRAF 以及金属加工, 废物处理和回收部门的大多数专业联合会签署了关于跟踪和管理核部门以外的放射性物质和物体的议定书。

III-11. 希望使用无看管源的财务安排的营运者必须联系联邦核控制局并注册其设施。它们有义务采取措施, 防止无看管源进入其场地和设施, 或所提供的货物和散装物资。如果检测到这样的源, 则营运者必须遵循联邦核控制局的指导原则并接受其调查, 以核实其指南是否得到遵守, 并确定可能的责任, 以便加强对源的出现的责任方的识别。

收集信息并提供反馈

III-12. 联邦核控制局负责注册辐射入口监测器和最有可能发现无看管源的设施。发现的每个放射源和每个入口监测器触发的警报都必须向联邦核控制局报告。

III-13. 相关各方(即入口监测器营运者、运输公司、联邦核控制局检查员和辐射专家)采取的行动以及每个源的特征信息都记录在一个数据库中, 以便提供进一步的反馈, 并使比利时当局能够持续评定和加强其方法。

保加利亚

III-14. 在保加利亚[III-2], 控制系统涵盖金属回收和生产行业。第一道防线是废金属交付合同(即供应商提供的声明), 其中规定根据废金属供应商(使用手持设备)进行的测量, 废金属不含放射性物质。第二道防线包括大型冶炼公司通过两个含有塑料闪烁探测器的支柱进行的测量。如果发现放射性

物质，废金属供应商（国内或国外）有义务承担与回收和处置物料有关的所有费用以及任何清洁费用。

III-15. 如果在边界检测到放射性废金属，废料将返回原产国，核监管机构（NRA）通知外国主管当局。

III-16. 如果源的所有者不明，核监管机构会指定一个负责的组织来处理它。在这种情况下，无看管源被宣布为放射性废物并成为国家财产，所有支出都由特别设立的国家放射性废物基金支付。所有放射性物质都被送到国家放射性废物管理组织进行存储，这些信息由核监管机构记录。

克罗地亚

III-17. 在克罗地亚[III-2]，指定的辐射防护政府机构管理在货物中发现放射性物质的情况。在从国外发运的货物中发现放射性物质后，货物将被密封并返回边境。如果检测到的放射性物质来自国内，则辐射防护机构为其提供安全可靠的存储。然后，监管机构寻找确定国内放射性物质的所有者。如果找不到所有者，监管机构将承担放射性物质管理的费用。

荷兰

III-18. 根据 2003 年放射性污染废料法令的规定，废金属贸易的大公司有义务监测废料[III-3、III-4]。可使用手持式和门式设备。公司必须记录所做的测量，安排经济保障并聘请辐射防护专家。此外，所有警报都必须报告给监管机构。在海港，安装在起重机上的探测器用于监测从货轮的货舱卸载的废金属。

巴基斯坦

III-19. 巴基斯坦为其入口和出口点配备了便携式辐射探测器，能够用于搜索和识别核材料或放射性物质。这些点的海关官员接受了培训。只有向海关提供“无辐射证明”时，才允许以废料形式进口和出口旧机器和金属。这使巴基斯坦能够监测非法贩运的核材料和放射性物质以及含有放射性物质的废金属的进出口情况。

III-20. 巴基斯坦核监管局（PNRA）对金属回收和生产行业进行调查，以寻找放射性物质存在的任何迹象。此外，一项旨在提高废金属处理人员对废金属中可能存在放射性物质的认识的项目在使用手册和宣传品进行开展。

西班牙

III-21. 由于 1998 年西班牙钢厂铯-137 源的意外熔化（见附件 I），国家当局，相关私营公司和主要工会制定了管理任何类似性质的未来事件的议定书。这被称为“西班牙议定书”。它于 1999 年签署，并于 2005 年 1 月 1 日修订 [III-5、III-6]。

III-22. 该议定书是一项自愿协议，规定废金属及其产品的放射性监测，以及签署方的职责和权利。其目标是：

“确定对金属材料和所得产品进行放射性监测所需的条件……以便检测可能存在的放射性物质，并避免它们散布，照射或污染公众，财产和环境的风险。”

它适用于金属材料的回收、存储或处理，以便回收和处理金属材料。

III-23. 签署该议定书的公司获得政府专家组织关于监测废金属货物或加工金属以及采取适当应对行动的建议，协助和培训。如果发现放射性物质，就会有一个明确的管理方案，涉及所有有关的政府机构。

III-24. 除非可以从供应商或调度员处收回成本，否则成本将由公司承担。对于没有签署协议的公司，这些成本要高得多。例外情况是放射源或物质来自西班牙境内，在这种情况下，费用由负责放射性废物管理的国家组织（ENRESA）承担。监管机构可以向公司索取其已经完成的任何工作的成本。

III-25. 该议定书围绕以下五个协议要点组成：

“一、签署本技术附件中定义的金属材料和最终产品的辐射监测合作协议，这是本文所述的监测和控制措施的一部分。

“二、为了执行本议定书，在工业和能源部设立一个登记册，执行技术附件中提到的活动的公司可以注册，从而接受登记所产生的权利和义务。

“三、促进前面提到的登记册中公司的注册，特别是那些拥有冶炼或存储和制备废料设施的公司的注册。

“四、每六个月进行一次磋商，以分析本议定书的实施结果，并研究由于这一实施而提出的技术附件的可能的修订。

“五、任命工业和能源部作为本议定书的保管人，该议定书将继续开放供其他参与类似活动的行业协会加入。”

III-26. 该议定书通过技术附件的支持，详细列出了上述五个协议要点，以及两个附属附件，一个涉及将属于签订议定书的公司的装置纳入公告的信息，另一个附件提供通知单。

III-27. 《关于控制高活度密封放射源和无看管源的第 229/2006 号皇家法令》于 2006 年生效。这是关于控制高活度密封放射源和无看管源（见第 III-37 至 III-41 段）的《2003 年 12 月 22 日理事会指令》2003/122/Euratom[III-1]的国家修定版。通过这项补充议定书的法令，建立了必要的财务保证，以消除无看管源，并支付此类源可能造成的任何事件的费用（尽管尽可能援引“污染者付费”原则）。

英国

III-28. 在英格兰和威尔士，环境署（相关监管机构）提供的指导[III-7]表明，当废品站经营者无意中意外地获得放射源并准备以适当方式迅速处置时，发布授权被认为是不合理的，这会产生费用以及随后的年度经费。原因是：“在这些情况下坚持授权会带来这样的风险，即如果发现这类源，机构将不会被通知，并且这类源会被不负责任地处置。”相反，使用形式函确认收到营运者已获得放射源的通知，并且其通知包括计划处置该项目的日期。即使营运者未收取任何费用，它仍有责任安排和资助处置放射源。这是因为放射性废物处理是英国的商业交易，而不是免费的国家服务。

III-29. 这种方法为营运者提供了办理记录，作为不拥有授权的辩护，并向营运者表明环境署可能在计划的处置日期之后进行检查，以确保承诺处置的放射源已正确处理。如果没有，环境署在认为必要时可以采取执法行动。

III-30. 鼓励营运者向监管机构报告任何此类事件。此外，环境署致力于支持发现货物中放射性物质的营运者。环境署认为这主要是一个机会：

- (a) 确保妥善处置；
- (b) 如有可能，确定有罪的人，以便采取适当的执法行动。当执法行动成功时，成功的民事诉讼有可能收回成本。

III-31. 环境署强调商业压力在鼓励金属回收和生产行业安装监测设备方面的作用。没有强制要求在金属回收和生产设施安装入口监测器，但供应链顶端的主要供应商受其客户的合同约束，提供不含任何放射性物质的废金属。这些商业压力使英国金属回收和生产行业的入口监测探测器系统数量增加。

III-32. 海关官员拥有检测设备，能够定期检查英国入境点的各种形式的交通，以防止放射性物质的非法流动[III-8]。虽然是为安全起见而安装，但这些安排还检测到天然存在的放射性物质，密封放射源和其他放射性物质的无意转移。

美国 — 废料回收工业协会

III-33. 废料回收工业协会（ISRI）已为其成员准备了废物回收过程中处理放射性物质的推荐实践和程序[III-9、III-10]。为了协助营运者对放射性物质进行视觉识别，程序包括可能与放射性物质有关的可能的废物类型和废物描述清单，以及密封放射源照片，NORM 废物和警告标志。它包含有关检测废金属中放射性物质的建议，包括设备设置和定位，以及对发现此类物料的适当响应。最后，废料回收工业协会提供了一些有用的名称、地址、网站和表格。废料回收工业协会还准备了“废料规格单”。在这方面，它要求废金属“不含放射性物质”。这没有定义，但使用本“安全导则”中提供的定义是合理的（见原子能机构《安全术语》[III-11]和正文脚注3）。

国际举措

联合国欧洲经济委员会

III-34. 在联合国欧洲经济委员会（UNECE）召开的 2006 年 6 月会议之后，一组专家编写了一份关于“放射性废金属”监测和响应程序的建议清单（根据联合国欧洲经济委员会报告的定义）：

“可能包括被放射性污染的废金属，活化废金属和含有放射源或放射性物质的废金属。它可能包括受监管控制的放射性物质和不受监管控制的放射性物质” [III-4]。

III-35. 该文件：

“尽可能根据现有的国家、地区和国际文书和标准以及国家经验，提供建议框架和良好实践范例。该文件旨在支持各国建立自己的国家监测和响应系统，同时鼓励在国际一级进一步开展合作、协调和统一行动。它还旨在促进废金属在不损害安全性的前提下的国际贸易和使用” [III-4]。

III-36. 该文件包含以下建议：

- (a) 国家责任；
- (b) 国家和国际协调；
- (c) 费用和资金；
- (d) 预防发生；
- (e) 准备；
- (f) 侦测；
- (g) 监测（视觉、辐射和行政）；
- (h) 对警报的回应；
- (i) 管理检测到的放射性物质；
- (j) 国家和国际报告；
- (k) 培训。

欧盟

III-37. 由于认识到需要加强和协调整个欧盟密封放射源的控制，2003 年根据欧洲原子能共同体条约颁布了一项指令[III-1]。这涉及高活度密封放射源，大致相当于那些原子能机构第 1 类和第 2 类（见附件 II 和参考文献[III-12、III-13]）。该指令的重点是加强与实践授权，高活度源的识别，标记和记录以及使用它们的人员的培训相关的现有控制措施，其总体目标是防止由于对高活度密封放射源和无看管源的控制不足而导致工作人员和公众接触辐射。

III-38. 关于培训和信息，该指令包括要求欧盟成员国：

“提供鼓励以确保最有可能找到或加工无看管源的设施的管理人员和工作人员（例如大型金属废料场和主要金属废料回收厂），以及重要过境点的管理和工作人员（例如海关）：

- “(a) 被告知它们可能面对放射源；
- “(b) 被建议和培训对放射源及其容器进行视觉检测；
- “(c) 被告知有关电离辐射及其影响的基本事实；
- “(d) 被告知和培训在检测到或怀疑发现某一源的情况下，应采取的现场行动。”[III-1]

III-39. 特别是关于无看管源，该指令要求欧盟成员国：

- (1) “确保主管当局准备或已作出规定，包括责任分配，回收无看管源和处理因无看管源造成的放射性紧急情况，并制定了适当的响应计划和措施。”
- (2) “确保及时向那些怀疑存在无看管源的人提供专门的技术咨询和协助，而这些人通常不参与有辐射防护要求的操作。建议和协助的主要目的是保护工作人员和公众免受辐射和保护源的安全。”
- (3) “鼓励建立旨在检测大型金属废料场和主要金属废料回收装置等场所的无看管源的系统，这些场所通常可能遇到无看管源，或在适当的重要过境点，如海关哨所”。
- (4) “确保酌情组织行动，以处理过去活动遗留的无看管源。这些活动可能包括会员国在回收、管理和处置源方面的财务参与，还可能包括对海关当局的历史记录的调查，以及研究机构、材料测试机构或医院等放射源持有者的调查”。[III-1]

III-40. 该指令还涉及无看管源的财务保障。它要求欧盟成员国：

“确保根据会员国决定的安排，建立财务保障制度或任何其他等效手段，以支付与无看管源的追回有关的干预费用，这些费用可能因执行这些要求而产生”

如在前几段中描述的。

III-41. 其他条款涉及国际合作和信息交流，检查、指定主管当局按照指令执行任务，并报告实施该任务所获得的经验。

原子能机构

III-42. 1998 年在第戎举行的放射源安全和放射性物质安保会议之后，一项全面的工作方案被启动[III-14]。该方案在若干行动计划[III-15、III-16、III-17]中有所描述。

附件 III 参考文献

- [III-1] 欧洲委员会《2003 年 12 月 22 日欧洲原子能联营高活性密封放射源和无看管源的控制，理事会指令 2003/122》，官方杂志 L346（2003 年）第 57—64 页。
- [III-2] 联合国欧洲经济委员会《放射性废金属监测和响应程序的建议》（欧洲经委会监测放射性废金属专家组论文号，日内瓦，2006 年），ECE/TRANS/NONE/2006/7，联合国欧洲经济委员会，日内瓦（2006 年）。
- [III-3] 联合国欧洲经济委员会，“放射性污染废金属的监控、拦截和管理”（联合国欧洲经济委员会专家组会议论文集，日内瓦，2004 年），ECE/TRANS/NONE/2004/31，联合国欧洲经济委员会，日内瓦（2004 年）。
- [III-4] 联合国欧洲经济委员会《放射性废金属监测和响应程序的建议：联合国欧洲经济委员会召集的国际专家组报告》，ECE/TRANS/NONE/2006/8，联合国欧洲经济委员会，日内瓦（2006 年）。
- [III-5] 工业和能源部（MINER）、发展部、核安全委员会（CSN）、国家放射残留物管理局（ENRESA）、西班牙回收联合会（UNESID）、钢铁公司联盟（FER）《金属材料辐射监测合作西班牙议定书》，研讨会/西班牙第 0510Rev.1 号，2005 年。
- [III-6] GIL, E., “无看管源：扩展外放射防护管理框架”，论文发表于 IRPA 第 2 届欧洲辐射防护会议，巴黎（2006 年）。

- [III-7] 英国环境署《放射性物质法指南（RASAG），第 4 章 — 通用问题》，操作指令第 374_04 号，环境署，伦敦（2008 年）。
- [III-8] 英国政府《英国国会议事录》，第 523W 栏，英国议会，2004 年 6 月 1 日，
<http://www.homeoffice.gov.uk/publications/counter-terrorism/science-and-technology/science-and-technology-strategy?view=Binary>
- [III-9] 废品回收工业研究所《放射性废物回收过程：推荐实践和过程》，废品回收工业研究所，华盛顿特区（2005 年）。
- [III-10] 废品回收工业研究所《废物规格通报指南：废铁、碎玻璃、纸料、塑料废料、废电子产品、废轮胎》，废品回收工业研究所，华盛顿特区（2008 年）。
- [III-11] 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）。
- [III-12] 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）。
- [III-13] 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）。
- [III-14] 国际原子能机构《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）。
- [III-15] 《辐射源安全与放射性物质安保：机构的行动计划》，GOV/1999/46-GC(43)/10 附录 2，国际原子能机构，维也纳（1999 年）。
- [III-16] 《辐射源安全与安保修订行动计划》，GOV/2001/29-GC(45)/12 附录，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。
- [III-17] 《放射源安全和安保行动计划草案：根据放射源安保国际会议主席的调查结果》，GOV/2003/47-GC(47)/7 附件 1，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

参与起草和审订人员

Ahmadzai, S.	阿富汗国家环保局
Auxtova, L.	斯洛伐克区域公共卫生管理局
Batandjieva, B.	国际原子能机构
Bologna, L.	意大利环保与技术服务署（APAT）
Bondarenko, O.	乌克兰国家科技工业企业
Breuskin, P.	卢森堡卫生部
Bruno, N.	阿根廷国家原子能委员会
Buglova, E.	国际原子能机构
Burgess, M.	美国核管制委员会
Castro, I.	墨西哥国家核安全与保障委员会
Correa da Costa, E.	巴西国家核能委员会
Cremona, J.	马耳他职业健康与安全管理局
Crossland, I.G.	顾问（英国）
El Fettahi, M.	摩洛哥公共事务部长
Englefield, C.	英国环境署
Eshraghi, A.	伊朗核监管局
Fan, X.	中国清源环保工程公司
Friedrich, V.	国际原子能机构
Garcia, J.	西班牙核安全理事会
Harvey, D.	英国哥斯文顿技术中心
Irwin, R.	加拿大核安全委员会

Iwatschenko, M.	德国热电公司
Jova Sed, L.	国际原子能机构
Kannan, S.	印度巴巴原子研究中心
Kone, H.	马里辐射防护局
Kopsick, D.	美国环境保护局
Koskelainen, M.	芬兰辐射与核安全局
Kutkov, V.	国际原子能机构
Magold, M.	联合国欧洲经济委员会
Mansourian-Stephenson, S.	联合国欧洲经济委员会
Markovinovic, I.	克罗地亚国家辐射防护办公室
Mohajane, E.	南非国家核监管局
Mohd Ali, M.Y.	马来西亚原子能机构
O' Donnell, P.	国际原子能机构
Ould Sidi, H.	毛里塔尼亚环境部长
Pepin, S.	比利时联邦核管制局
Ploom, A.	爱沙尼亚库瑟考斯基公司
Rabesiranana, N.	马达加斯加国家核科学技术研究所
Rabia, N.	阿尔及利亚阿尔及尔核研究中心
Reber, E.	国际原子能机构
Rizzo, S.	意大利放射性废物管理公司
Rosette, D.	塞舌尔环境、自然资源与运输部
Safar, J.	匈牙利原子能机构

Samardzic, S.	克罗地亚卫生与社会福利部
Sanhueza Mir, A.	智利核能委员会
Simonics, P.	国际源供应商与生产者协会
Singh, R.K.	印度原子能监管委员会
Stasiuna itiene, R.	立陶宛辐射防护中心
Tanner, V.	欧洲委员会
Thomas, J.	牙买加国际环境与核科学中心
Toshev, I.	保加利亚放射性废物国有企业
Trifunovic, D.	克罗地亚国家辐射防护办公室
Tripa ilo, R.	乌克兰国家核监管委员会
Truppa, W.	阿根廷核监管机构
Velicu, S.	罗马尼亚国家核活动管制委员会
Vucinic, Z.	黑山蒙特内格罗生态毒理学研究中心
Wheatley, J.S.	国际原子能机构
Wohni, T.	挪威辐射防护局
Wrixon, A.D.	顾问（奥地利）
Yusko, J.	美国宾夕法尼亚州环境保护部

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: Pillar, 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 • 网址: 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

单个订单:

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 • 网址: 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 • 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