

国际原子能机构安全标准

保护人类与环境

豁免概念的应用

一般安全导则

第 GSG-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。

豁免概念的应用

国际原子能机构成员国

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

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 GSG-17 号

豁免概念的应用

一般安全导则

国际原子能机构
2024 年·维也纳

版 权 说 明

国际原子能机构的所有科学和技术出版物均受 1952 年（日内瓦）通过并于 1971 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。可以获得许可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。请见 www.iaea.org/publications/rights-and-permissions 了解详情。垂询可致函：

Publishing Section

International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre

PO Box 100

1400 Vienna, Austria

电话：+43 1 2600 22529 或 22530

电子信箱： sales.publications@iaea.org

网址： <https://www.iaea.org/zh/chu-ban-wu>

© 国际原子能机构，2024 年
国际原子能机构印刷
2024 年 11 月 · 奥地利

豁免概念的应用

国际原子能机构，奥地利，2024 年 11 月
STI/PUB/2060
ISBN 978-92-0-513424-6（简装书：碱性纸）
978-92-0-513624-0（pdf 格式）
EPUB 978-92-0-513524-3
ISSN 1020-5853

前 言

拉斐尔·马里亚诺·格罗西总干事

国际原子能机构（原子能机构）《规约》授权原子能机构“制定……旨在保护健康及尽量减少对生命与财产的危险的的安全标准”。这些是原子能机构必须适用于其自身业务而且各国可以通过其国家法规来适用的标准。

原子能机构于 1958 年开始实施其安全标准计划，此后有了许多发展。作为总干事，我致力于确保原子能机构维护和改进这套具有综合性、全面性和一致性的、与时俱进的、用户友好的和适合目的的高质量安全标准。在利用核科学和技术的过程中正确地适用这些标准将为全世界的人和环境提供高水平的保护，并为持续利用核技术造福于所有人提供必要的信心。

安全是得到许多国际公约支持的一项国家责任。原子能机构的安全标准奠定了这些法律文书的基础，而且是有助于各方履行各自义务的全球基准。虽然安全标准对成员国没有法律约束力，但它们被广泛适用。对已在国家法规中采用这些标准以加强核能发电、研究堆和燃料循环设施中以及医学、工业、农业和研究领域核应用中的安全的绝大多数成员国而言，它们已成为不可或缺的基准点和共同标准。

原子能机构的安全标准以原子能机构成员国的实际经验为基础，并通过国际协商一致产生。各安全标准分委员会、核安保导则委员会和安全标准委员会成员的参与尤其重要，我向所有为这项工作贡献自己的知识和专长的人表示感谢。

原子能机构在通过评审工作组访问和咨询服务向成员国提供援助时，也使用这些安全标准。这有助于成员国适用这些标准，并使得能够共享宝贵经验和真知灼见。在安全标准的定期修订过程中，会考虑到这些工作组访问和服务的反馈，以及从使用和适用安全标准的事件和经历中汲取的教训。

我相信，原子能机构安全标准及其适用将为确保在使用核技术时实现高水平安全作出宝贵的贡献。我鼓励所有成员国宣传和适用这些安全标准，并与原子能机构合作，在现在和将来维护其质量。

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，并在必要时加以限制。

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）、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。

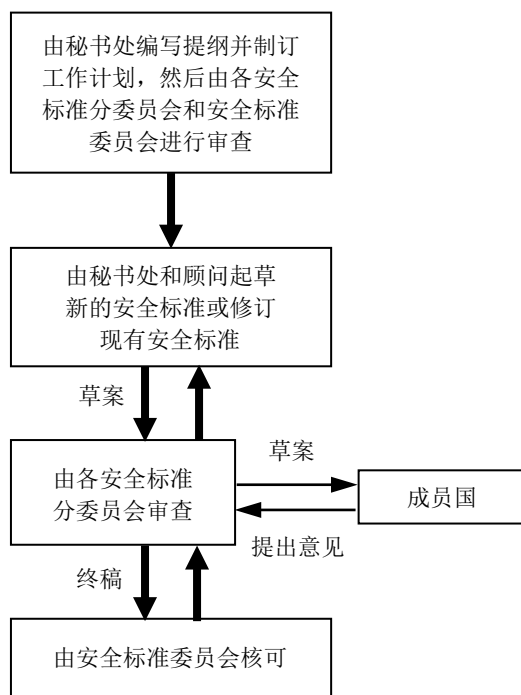


图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

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

安全和核安保相关术语应理解为《国际原子能机构核安全和核安保术语》（见 <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>）中的术语。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“导言”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 (1.1-1.5).....	1
目的 (1.6-1.8).....	2
范围 (1.9-1.16).....	3
结构 (1.17-1.19).....	4
2. 排除、豁免和解控的概念 (2.1).....	4
照射情况 (2.2-2.6).....	4
排除的概念 (2.7, 2.8).....	6
豁免的概念 (2.9-2.13).....	6
解控的概念 (2.14, 2.15).....	7
豁免在计划照射情况中的作用 (2.16-2.30).....	8
3. 在实践和源豁免方面的角色和责任.....	11
政府及监管机构 (3.1-3.6).....	11
申请人 (3.7-3.9).....	12
4. 实践或源的一般豁免 (4.1-4.11).....	13
适量的材料一般豁免水平 (4.12-4.15).....	15
批量的固态材料一般豁免水平 (4.16-4.22).....	16
放射性核素的混合物一般豁免水平 (4.23-4.28).....	16
一般豁免水平应用的限制 (4.29-4.31).....	18
稀释 (4.32).....	18
使用辐射发生器实践的一般豁免 (4.33-4.35).....	18
5. 特定实践或源的豁免 (5.1-5.3).....	19
安全评定 (5.4-5.9).....	19
特定豁免的适用的示例 (5.10-5.24).....	20
概要流程图 (5.25).....	24
6. 豁免的核实、修订和撤销.....	25
豁免水平符合性的核实 (6.1-6.4).....	25
豁免的撤销和修订 (6.5-6.7).....	26
7. 现存照射情况中筛选值的使用 (7.1-7.14).....	26
附录 I GSR Part 3 的附表 I 豁免水平.....	31
附录 II 豁免水平符合性的核实.....	92

参考文献.....99

附件 I 确定含有一种以上放射性核素材料的豁免的示例103

附件 II 表面污染物项剂量学模式的示例105

附件 III 在现存照射情况下应用筛选值的示例110

参与起草和审订人员.....119

1. 导言

背景

1.1. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》[1], 确立了保护人类和环境免受电离辐射有害影响以及辐射源安全的要求。GSR Part 3[1]涉及三种类型的照射情况: 涉及故意引入和操作源的计划照射情况、应急照射情况以及现存照射情况(当需要做出控制决策时现存照射情况)。

1.2. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1 (Rev.1) 号《促进安全的政府、法律和监管框架》[2], 建立了所有照射情况下的监管框架要求。计划照射情况下的监管控制范围由排除、豁免和解控概念的应用来定义。排除是指故意将某一特定类型的照射排除在监管控制工具的范围之外, 正当性是该类型的照射被认为不适合通过相关监管工具进行控制[3]。豁免是指监管机构确定某一源或实践¹, 不需要受到某些或所有方面的监管控制, 其依据是该源或实践造成的照射和潜在照射太小, 不足以保证应用这些方面, 或者基于豁免是防护的最佳选择, 而不管剂量或风险的实际水平如何[1、3]。解控是指监管机构或政府在通知或授权的实践范围内取消对放射性物质或放射性物体的监管控制[1、3]。

1.3. GSR Part 3[1]要求 8 根据分级方法的使用, 规定了实践和实践中源的豁免, 以及通知或授权实践中源的解控水平。GSR Part 3[1]附表 I 载有对含有放射性核素的材料给予豁免和解控的一般数值, 如下所示:

- (a) 基于放射性核素的活度或活度浓度, 对适量的材料的豁免 (GSR Part 3[1]表 I.1);
- (b) 基于活度浓度, 对含有人工来源放射性核素的批量的固态材料进行豁免和解控 (GSR Part 3[1]表 I.2);

¹ 实践是指引入额外照射源或额外照射途径的任何人类活动, 或从存在源改变照射途径网络, 以增加照射或照射人群的可能性或照射人数[3]。

(c) 基于放射性浓度的含有天然来源放射性核素材料的解控（GSR Part 3[1]表 I.3）。

本“安全导则”的第 4 部分和第 5 部分提供了关于 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的数值应当应用于豁免目的的详细建议。

1.4. 人造放射性核素的豁免值来自如参考文献[4]保守照射假想方案，所述。天然来源放射性核素的豁免值大多是采用务实方法得出的，这种方法更加强调防护的最优化，考虑到这些放射性核素在环境中存在的物质中的全球分布。豁免水平所依据的基于假想方案的剂量计算是故意高度谨慎地进行的，以确保足够的防护水平。因此，无论是在核实豁免水平符合性情况的实际方面，还是在将这些豁免水平正式纳入国家法规方面，都需要避免更加保守。

1.5. 本“安全导则”与原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-18 号《解控概念的应用》[5]一起，替代原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.7 号《排除、豁免和解控概念的应用》²。

目的

1.6. 本“安全导则”的主要目的是就框架内豁免概念的应用提供建议和指导计划照射的情况。这包括关于应用 GSR Part 3[1]附表 I 豁免水平的建议（以下简称“一般豁免”），循序渐进豁免概念的应用（以下简称“特定豁免”），以及关于表面污染物项豁免的导则。

1.7. 本“安全导则”解释了排除的概念。它还提供了一种基于在现存照射情况下（包括商品贸易）应用筛选值进行决策的建议方法。

1.8. 本“安全导则”主要面向政府、监管机构和营运组织，以帮助他们应用 GSR Part 3[1]与监管控制的源和实践豁免相关的要求⁸。处理含有放射性核素和/或辐射发生器的源、材料的个人或组织会对此感兴趣。辐射防护方面的技术服务提供商也会对此感兴趣。

² 国际原子能机构《排除、豁免和解控概念的适用》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）。

范围

1.9. 根据 GSR Part 3[1]要求 8 以及 GSR Part 3[1]附表 I 的进一步描述，本“安全导则”阐述了实践或实践中源免受监管控制。本“安全导则”适用于所有与豁免概念相关的设施和活动。它还通过使用一般豁免和特定豁免，处理对豁免概念分级方法的应用。

1.10. 在本“安全导则”监管控制豁免仅指正当实践的放射性方面或正当实践中源。解决与非辐射相关危害的监管控制可能仍然是适当的。

1.11. 本“安全导则”解释了排除的概念及其与豁免和解控的关系。

1.12. 本“安全导则”主要针对计划照射情况下的监管豁免。虽然豁免的概念仅适用于计划照射情况，但也提供了在监管某些现存照射情况时应用筛选方法进行决策的导则。现存照射情况包括涉及建造的情况来自过去活动的材料或残留放射性物质³。以及从应急照射情况过渡后的材料或残留放射性物质。应急照射情况不在本“安全导则”的范围内，尽管解释了不同照射情况之间的关系。

1.13. 本“安全导则”为含有放射性核素的非食品商品国际贸易的可能筛选方法提供了指导。关于商品贸易中辐射安全的更多详细技术信息见参考文献[6]。

1.14. 本“安全导则”不涉及解控概念的应用，解控概念在 GSG-18[5]单独讨论。

1.15. 原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-36 号《消费品辐射安全》[7]提供了关于将 GSR Part 3[1]豁免规定应当应用于含有少量放射性核素或辐射发生器的消费品以及含有放射性核素作为活化产物消费品的建议。

1.16. 本“安全导则”使用的术语应当理解为 GSR Part 3[1]和原子能机构核《安全和安保术语》[3]定义和解释。

³ 被过去活动产生的放射性核素污染或含有放射性核素的任何材料，这些材料从未受到监管控制，或受到监管控制但不符合 GSR Part 3[1]要求。

结构

1.17. 第 2 部分概述了排除、豁免和解控的基本定义和概念，重点是豁免概念在计划照射情况下的应用，以及筛选方法在现存照射情况下支持决策的应用；第 3 部分就政府、监管机构和申请人的角色和责任以及与豁免相关的其他组织和行政安排提出了建议。

1.18. 第 4 部分和第 5 部分分别就一般豁免和特定豁免的概念提供了建议和指导；第 6 部分就其他豁免问题提供建议和指导，如监控和核实豁免水平的符合性情况和撤销或修订情况；第 7 部分考虑了现存照射情况中筛选值的使用，并就含有放射性核素的非食品商品贸易的一般方法提出了建议。

1.19. 为方便起见，附录 I 转载了 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的豁免水平。附录 II 提供了关于监控和核实符合豁免标准情况的更详细建议。附件 I 提供了确定含有一种以上放射性核素材料的豁免示例；附件 II 提供了表面污染物项的剂量模式示例；附件 III 提供了在现存照射情况下实际使用筛选值进行决策的两个示例：日本福岛第一核电站事故后残留废料的管理，以及建造材料的筛选方法。

2. 排除、豁免和解控的概念

2.1. GSR Part 3[1]规定了保护人类和环境免受电离辐射有害影响以及辐射源安全的要求。GSR Part 3[1]阐述了所有照射情况，并提出了排除、豁免和解控的概念。本部分描述了这些概念及其相互关系，特别强调实践或实践中源的豁免。

照射情况

2.2. GSR Part 3[1]适用于所有涉及可控制的辐射照射的情况，包括三种不同类型的照射情况：计划照射情况、应急照射情况和现存照射情况。GSR Part 3[1]第 1.20 段指出：

“这三类照射情况合在一起，涵盖 GSR Part 3[1]适用的所有照射情况：

- (a) 计划照射情况是指源的计划操作或导致源照射的计划活动引起的照射情况。由于可以在开始相关活动之前提供防护和安全，因此可以从一开始就限制相关的照射及其发生的可能性。在计划照射情况下控制照射的主要手段是通过良好的设施、设备和运行程序设计以及培训。在计划照射的情况下，可以预期会发生某种程度的照射；
- (b) 应急照射情况是指因事故、恶意行为或任何其他意外事件而产生的照射情况，需要迅速采取行动以避免或缓解不利后果。在应急照射情况出现之前，必须考虑预防措施和缓解措施。然而，一旦应急照射情况实际出现，只有通过实施防护措施才能减少照射；
- (c) 现存照射情况是指在需要就是否需要进行控制作出决定时已经存在的照射情况。现存照射情况包括照射于天然本底辐射的情况。它们还包括因不受监管控制的过去实践产生的残留放射性物质造成的照射情况，或在应急照射情况之后仍然存在的情况。”

2.3. GSR Part 3[1]适用于天然来源放射性核素和人工放射性核素。人造放射性核素是由实践中故意产生和/或使用的，因此 GSR Part 3[1]第 3 部分对计划照射情况的要求适用。这些实践（或这些实践中源）然后使用分级方法进入监管系统的范围。在计划照射情况的法律和监管框架内，豁免和解控的概念被用来进一步界定监管控制的范围。

2.4. 对于大多数含有天然来源放射性核素的材料，适用现存照射情况的要求。例外情况是，铀或钍衰变链中的任何放射性核素接触天然来源放射性核素超过 1 贝可/克，钾-40 接触天然来源放射性核素超过 10 贝可/克，对此适用计划照射情况的要求（见 GSR Part 3[1]第 3.4(a)段）。

2.5. 在因商品（包括食品、饲料、饮用水、农业肥料和土壤改良剂以及建筑材料）中的放射性核素或环境中的残留放射性物质而照射的情况下，要求对于现存照射情况，无论放射性核素是人工来源还是天然来源都适用（见 GSR Part 3[1]第 5.1(b)和(c)(ii)段）。

2.6. 含有天然来源放射性核素的材料，如果铀和钍系列核素的单一放射性核素活度浓度低于 1 贝可/克，钾-40 核素的单一放射性核素活度浓度低于 10 贝可/克，通常不需要监管控制，除非在特定情况下监管机构认为适当。这些活度浓度值是根据排除概念（即任何相关的照射都不受控制，见第

2.7 段和第 2.8 段)得出的,是在考虑到土壤中未经修改活度浓度的全球分布上限的情况下选定的。

排除的概念

2.7. GSR Part 3[1]第 1.42 段指出, GSR Part 3 要求“适用于所有涉及受控制的辐射照射的情况。被认为不受控制的照射被排除在 GSR Part 3[1]范围之外。”例如,控制人体内的钾-40 或地球表面的宇宙辐射是不可行的(见 GSR Part 3[1]脚注 8)。排除照射的其他示例有:(a) 土壤中天然来源放射性核素的未改变浓度,包括高天然本底辐射区的放射性核素;(b) 未改变活度浓度的其他原始放射性核素(如铷-87、镧-138、钐-147、镱-176);和 (c) 过去大气层核武器试验产生的沉降物。

2.8. 排除风险为毋须采取控制措施的风险,不论该等风险的大小。因此,导致此类照射源被排除在监管控制之外,并且不在 GSR Part 3[1]要求的范围之内。

豁免的概念

2.9. GSR Part 3[1]仅在计划照射情况下的实践和实践中源的背景下规定了豁免的概念。GSR Part 3[1]要求 8 规定:

“政府或监管机构必须确定哪些实践或实践中源不受 GSR Part 3[1]部分或全部要求的约束。监管机构必须批准哪些源,包括已通知的实践或授权实践中的材料和物体,可以从监管控制中解控。”

2.10. 豁免事先确定了哪些正当实践和正当实践中源可以在满足某些豁免标准的基础上豁免符合性部分或全部实践监管要求的义务,特别是与通知、注册和许可相关的要求。

2.11. GSR Part 3[1]附表 I 第 I.1 段指出:

“将某一实践或某一实践中源豁免于 GSR Part 3[1]部分或全部要求的一般标准是:

- (a) 该实践或该实践中源产生的辐射风险足够低，不需要进行监管控制，不存在可能导致不符合一般豁免标准情况的明显可能性；或
- (b) 对这种实践或其源的监管不会产生任何净效益，因为任何正当的监管措施都不会在减少个人剂量或健康风险方面实现有价值的回报。”

标准 (a) 指正常照射（即正常运行工况下的照射）和潜在照射（即预计运行事件或事故可能导致的照射）；在标准 (b) 中，监管控制可能是非正当的，因为无论实际照射程度如何，监管控制都不会导致进一步防护最优化。

2.12. 关于对含有天然来源放射性核素的材料适量豁免概念，GSR Part 3[1]脚注 60 指出：

“对于铀衰变链或钍衰变链中的任何放射性核素而言，其放射性浓度低于 1 贝可/克，对于钾-40 而言，其放射性浓度低于 10 贝可/克的天然来源放射性核素的材料，不受 GSR Part 3[1]关于计划照射情况要求的约束（GSR Part 3[1]第 3.4(a)段），因此，豁免 GSR Part 3[1]要求的概念不适用于此类材料。”

2.13. GSR Part 3[1]第 I.8 段指出：“除非监管机构另有规定，否则授权排放产生的放射性物质免于任何通知、注册或许可要求。”

解控的概念

2.14. 虽然豁免被用作确定监管控制的性质和范围过程的一部分，但解控旨在确定哪些受监管控制的材料可以从该控制中移除。因此，批准解控的决定通常发生在与某一实践中源的计划活动期间或之后，而豁免则是指先前决定。因此，解控不同于豁免，尽管这些概念所依据的一般标准非常相似（见 GSR Part 3[1]第 I.1 段和第 I.10 段）。

2.15. 监管机构可批准在通知或授权的实践范围内取消对放射性物质或放射性物体的监管控制[3]。这可包括表面污染物体（见 GSR Part 3[1]第 I.13 段）。通知或授权实践中具有放射性（或在该实践中开展活动期间变得具有放射性或表面受到污染）的任何材料或物体都应当被视为通知和授权流程的一部分。取消对这些材料或物体的监管控制（无论是在实践过程中还是在实践停止后）是一个解控问题，而不是豁免问题。示例包括在加速器设施或

核电厂中通过活化而变得具有放射性的材料（包括建筑材料）和物体，或者表面被非密封源污染的物体。GSG-18[5]单独提供了关于实践中材料和物体解控水平的建议，本“安全导则”不再进一步考虑。

豁免在计划照射情况中的作用

正当性说明原则的适用

2.16. 在给予豁免的背景下，应当考虑 GSR Part 3[1]对实践和源的正当要求。GSR Part 3[1]第 1.13 段指出：

“设施的运行或活动引入新的辐射源、改变辐照或改变辐照可能性，必须证明其正当性，因为预期的个人和社会利益超过了可能造成的危害。对弊和利的比较往往超出了对防护和安全的考虑，还涉及到对经济、社会和环境因素的考虑。”

2.17. GSR Part 3[1]第 3.11 段明确指出：“对于被认为非正当的实践必须不给予豁免。”因此，豁免永远不会推翻正当性原则。

2.18. 被认为非正当的实践包括故意向食品或饮料中添加放射性物质的实践，以及向玩具和个人珠宝或装饰品中添加不必要放射性物质的实践（见 GSR Part 3[1]第 3.17 段）。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-5 号《包括非医学人体成像在内实践的正当性》[8]提供了关于消费品（即故意掺入放射性核素的设备或制成品）正当性的特定建议。

分级方法

2.19. GSR Part 3[1]第 2.12 段为分级方法提供了基础，并指出：“防护和安全系统要求的应用必须与照射情况相关的辐射风险相称。”

2.20. GSR Part 3[1]要求 6 规定：

“GSR Part 3[1]要求在计划照射情况下的应用，必须与实践或实践中源，以及照射的可能性和程度的特征相称。”

2.21. GSR Part 1 (Rev.1) [2]第 4.5 段指出：

“监管机构必须按照分级方法，分配与设施和活动相关的辐射风险相称的资源。因此，为了将相关辐射风险降至最低，监管机构可将某一特定活动豁免某些或所有方面的监管控制”。

2.22. GSR Part 3[1]第 3.6 段指出：“GSR Part 3[1]要求的应用必须符合分级方法，还必须符合监管机构规定的任何要求。”豁免划定了计划照射情况的监管控制范围的边界，因此，它可以被认为是应用分级方法的第一步。如果未获得豁免，该实践或该实践中源属于监管控制的范围，因此还需要根据与所涉及的辐射风险相称的分级方法进行应用（见 GSR Part 3[1]第 2.18 段和第 2.31 段）。

2.23. 根据 GSR Part 3[1]第 2.18 段和第 2.31 段，对于现存照射情况，也需要采用分级方法，对此，防护策略以参考水平为指导。在这种情况下，分级方法可以包括决定不应用任何基于筛选的控制，使用剂量标准或推导出的操作量来证明不采用控制是最佳方法。在这种分级方法中，如果超过筛选值，应当考虑额外的防护和安全措施，低于筛选水平，不需要采取进一步的行动。这样，筛选方法在现存照射情况下是一种决策辅助工具，类似于在计划照射情况下使用豁免水平。分级方法能够有效利用监管机构的资源，因为可以将更多的注意力和资源集中在那些导致更大辐射风险的实践和源上。

一般豁免和特定豁免

2.24. 对于涉及源的实践，可以不经进一步考虑而适用豁免（一般豁免，见第 4 部分）或通过监管机构施加特定条件（特定豁免，见第 5 部分）。这些条件可以指特定类型的实践，特定的要求其中涉及源的活动可以在没有监管控制的情况下进行，或者两者兼而有之。GSR Part 3[1]第 I.6 段指出：“可根据监管机构规定的条件给予豁免，如与放射性物质的物理或化学形状及其使用或处置方式相关的条件。”在本“安全导则”这被称为“特定豁免”。

2.25. 特定豁免见 GSR Part 3[1]第 I.6 段，例如，对于含有放射性物质的经批准的设备类型，这些设备在没有进一步考虑的情况下不会自动豁免。还有其他特定豁免的情况，在第 5 部分有如下详细描述：

- (a) 消费品（见 SSG-36[7]第 2.32 段）；
- (b) 含有天然来源放射性核素的固态材料的体积（见 GSR Part 3[1]第 I.4 段）；

(c) 表面污染物项。

其他含有放射性物质设备也可考虑给予特定豁免，否则，根据 GSR Part 3[1]，该其他设备需要通知监管机构，并在适当的情况下由监管机构授权。

非豁免实践监管方法

2.26. 如果实践或实践中源不符合豁免标准（一般豁免或特定豁免），则需要接受 GSR Part 3[1]第 3 部分所述的监管控制。作为分级方法的一部分（见 GSR Part 3[1]要求 6），要求负责实践或源的个人或组织向监管机构提交正式通知（见 GSR Part 3[1]要求 7）。对于照射不太可能超过剂量限值的一小部分的源或实践，以及潜在照射的可能性和程度以及任何其他潜在有害后果可以忽略不计的情况，通知就足够了（见 GSR Part 3[1]第 3.7 段）。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-13 号《安全监管机构的职能和程序》[9]提供了关于通知流程的建议。

2.27. 在认为仅有通知还不够的情况下，对拟采取的实践负责的个人或组织（即营运组织）必须向监管机构申请授权（见 GSR Part 3[1]第 3.8 段）。根据分级方法，授权可以采取注册或许可证的形式。

2.28. 注册是对低风险或适量风险设施和活动的一种授权形式，负责这种实践的个人或组织酌情准备并向监管机构提交设施和设备的安全评定。实践或使用是在适当的条件或限值下授权的[3]。

2.29. 注册被认为不充分的实践应当通过许可的方式获得授权[3]。这要求申请人进行详细的安全评定（见本“安全导则”第 5.4 段和第 5.9 段），并提交给监管机构[1]。

2.30. 图 1 说明了计划照射情况下的排除和豁免概念，以及在现存照射情况下决策筛选方法的应用。

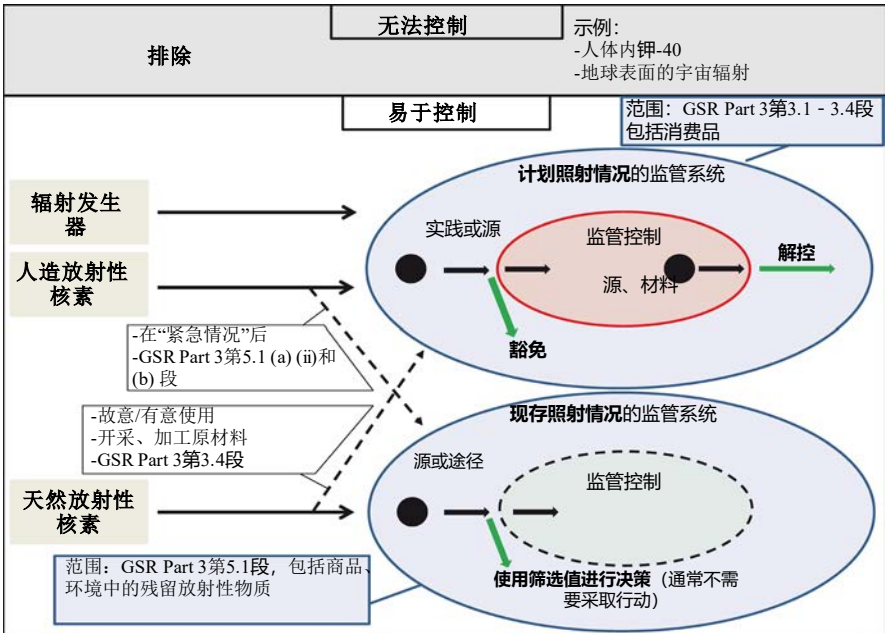


图 1. 排除、豁免和解控的概念。对于可控制的源或实践应当事先进行正当性分析。

3. 在实践和源豁免方面的角色和责任

政府及监管机构

3.1. 政府在防护和安全方面的责任⁴在 GSR Part 3[1]要求 2 规定。这些责任包括为防护和安全建立一个有效的法律和监管框架，并建立一个拥有必要法律权力、权限和资源的独立监管机构。

3.2. GSR Part 3[1]要求 3 规定了监管机构在防护和安全方面的责任。

3.3. 关于豁免概念的适用，GSR Part 3[1]第 3.10 段指出：

“政府或监管机构必须以 GSR Part 3[1]附表 I 规定的豁免标准或监管机构根据这些标准规定的任何豁免水平为依据，确定哪些实践或实践

⁴ 由于各国有不同的法律结构，这里使用的“政府”术语应从广义上理解，因此可以与“国家”术语互换。

中源可免于符合 GSR Part 3[1]部分或全部要求，包括通知、注册或许可的要求。”

3.4. 监管机构应当使用 GSR Part 3[1]附表 I 定义的标准作为基础，建立豁免框架。在这一框架内，监管机构应当提供一般豁免的标准和与特定豁免相关的补充信息。对于特定豁免，负责源或实践的个人与监管机构之间的互动对于决策过程可能是必要的。在某些情况下，某些类型的产品可能会获得特定豁免（见本“安全导则”第 5.3 段和第 5.13 段），监管机构也可能会与制造商联系。这种互动可以从简单的信息到完整的安全评定，这取决于实践的特征和监管机构的要求。

3.5. 在某些情况下，监管机构可能会确定某些需要评审的活动，以便就其豁免做出决定。

3.6. 监管机构应当确保豁免框架与总体安全监管框架一致，并在适当的情况下与其他监管框架一致。关于原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6 (Rev.1) 号《放射性物质安全运输条例》(2019 年版) [10]，GSR Part 3[1]第 1.5 段指出（参考文献和脚注略）：

“《国际原子能机构放射性物质安全运输条例》……不适用于放射性浓度……不超过《国际原子能机构放射性物质安全运输条例》规定的相关‘基本放射性核素值’的豁免材料或豁免托运货物……通常，这种基本放射性核素值在数字上等于 GSR Part 3[1]表 I.1 给出的相应豁免活度浓度或豁免活度”。

申请人

3.7. GSR Part 3[1]要求 4 规定：“对引起辐射风险的设施和活动负责的个人或组织必须对防护和安全负有主要责任。”

3.8. 负责涉及源的设施或活动的个人或组织应当核实实践或实践中源是否符合 GSR Part 3[1]要求 8 规定的豁免标准。这种符合性情况可以由申请人直接核实，或者可以要求监管机构确认预期的实践或源是否被豁免。例如，在发出通知后，监管机构可以检查该实践或源是否受到一般豁免，并考虑特定豁免（基于安全评定）是否可能。

3.9. 申请人在豁免方面有以下责任：

- (a) 符合豁免所附带的任何条件，并定期核实符合性情况；
- (b) 在监管机构要求在发放特定豁免之前进行与预期实践的潜在辐射风险相称的充分安全评定；
- (c) 确保不对实践或源作出任何会使豁免或豁免的任何条件无效的改造或改变；
- (d) 如果对该实践的任何改变使豁免无效，因此该实践需要酌情符合性通知、注册和许可要求，则通知监管机构。

4. 实践或源的一般豁免

4.1. 豁免 GSR Part 3[1]部分或全部要求的实践或实践中源的一般标准在 GSR Part 3[1]第 I.1 段。该等一般标准属主观性质，并涉及政府或监管机构在建立一般豁免及特定豁免的监管框架时作出的价值判断。制定和使用剂量标准，以做出豁免某一实践的决定（见第 4.2 段）有助于实现保护工作人员和公众免受辐射风险的一致和和谐的方法。

4.2. 对于人造放射性核素，GSR Part 3[1]第 I.2 段指出：

“某一实践或某一实践中源，可根据 GSR Part 3[1]第 I.1(a)段规定，豁免 GSR Part 3[1]部分或全部要求，而无需进一步考虑。在所有合理可预见的情况下，任何个人（通常根据安全评定进行评价）因豁免实践或该实践中的豁免源而预期产生的有效剂量在约为每年 10 微希沃特或以下。为了考虑到低概率假想方案，可以采用不同的标准，即任何个人在这种低概率假想方案下预期产生的有效剂量在不超过每年 1 毫希沃特。”

术语“每年 10 微希沃特或更低”旨在被视为微不足道的剂量。在这种情况下，参考文献[11]使用术语“大约每年几十微希沃特”⁵。采用每年 10 微希沃特的下限值进行推导，因为一个人可能接触一种以上的豁免源。

⁵ 这是为了涵盖每年 10—100 微希沃特的范围（见参考文献[11]第 67 段）。

4.3. GSR Part 3[1]第 I.2 段指出,任何个人预期产生的年有效剂量应当“通常在安全评定的基础上进行评价”。虽然详细的安全评定将证明符合剂量标准,但并不总是有必要对预计照射量非常低的源进行这种评定。GSR Part 3[1]第 I.3 段提供了无需进一步考虑而自动豁免(即一般豁免)的源清单。

4.4. 对于无需进一步考虑的自动豁免(即一般豁免),已经得出了各种放射性核素的总活度(贝可)和活度浓度(贝可/克)值(见 GSR Part 3[1]第 I.3 段和表 I.1 和表 I.2)。这些一般豁免水平是使用基于一组限值(边界)照射假想方案和保守计算的模式得出的(见本“安全导则”GSR Part 3[1]脚注 59 和参考文献[4、12]),同时考虑了最相关的照射途径(即外部辐射、粉尘吸入、摄入和皮肤污染)。

4.5. 在一般豁免水平中,对适量的材料和批量的材料进行了区分。“适量”术语是指“涉及小规模使用活度的实践,其中所涉及的数量最多为一吨数量级”(见 GSR Part 3[1]脚注 58)。术语“批量”可以指大于适量的材料量。应当以务实的方式解释“大约”术语,以便在考虑一般豁免水平时,能够灵活地将材料数量分类为适量或批量数量。第 4.12—4.22 段提供了关于适量和批量的材料一般豁免水平实际应用的建议。

4.6. 使用一般豁免水平作出给予豁免的决定具有实际好处,因为这些水平易于适用。一般豁免水平的使用还导致决策更加一致,并促进各国之间对豁免采取统一的实践。

4.7. 对于表面污染物项,GSR Part 3[1]附表 I 没有规定一般豁免水平。此类物项应当作为本“安全导则”第 5.18—5.21 段所述的特定豁免情况进行处理。

表 1. GSR Part 3[1]一般豁免水平对适量和批量的材料的适用性

放射性核素类型	适量	批量
	(固态、液态、气态)	(固态 ^a)
人造放射性核素	GSR Part 3[1]表 I.1	GSR Part 3[1]表 I.2
天然放射性核素	GSR Part 3[1]表 I.1	不适用 ^b

^a GSR Part 3[1]没有规定批量的液体或气体的一般豁免水平。因此,应当根据特定情况考虑豁免(特定豁免)。

^b 要求使用每年 1 毫希沃特的剂量标准在个案基础上考虑豁免(特定豁免)(见 GSR Part 3[1]第 1.4 段)。

4.8. GSR Part 3[1]附表 I 没有规定含有天然来源放射性核素批量的材料的一般豁免水平（见第 5.15—5.17 段）。

4.9. 出于豁免目的，批量的材料应当不被解释为几个适量。

4.10. 表 1 总结了适量或批量含有人工放射性核素或天然来源放射性核素材料的一般豁免水平的适用性。对于所有其他情况（如批量的液体和气体、表面污染物体），应当考虑特定豁免（见第 5 部分）。

4.11. 如果实践涉及含有放射性核素的材料，其豁免水平未在 GSR Part 3[1]表 I.1 或表 I.2 列出，申请人和/或监管机构可参考出版物（如参考文献[12]），按照参考文献[4、13]提供的方法提供额外放射性核素的值。

适量的材料一般豁免水平

4.12. 适量的材料的总活度和活度浓度的一般豁免水平见 GSR Part 3[1]表 I.1 并转载在本“安全导则”附录 I。这些值是根据 GSR Part 3[1]第 I.2 段的剂量标准使用保守模式得出的，四舍五入到 10 的幂（见参考文献[4]脚注 9）。这些值适用于固体、液体和气体[13]。

4.13. 根据 GSR Part 3[1]第 I.3(a)段，一般豁免可适用于下列情况（脚注略）：

“在任何时候场所内存在的单一放射性核素的总活度或在实践中使用的活度浓度不超过 GSR Part 3[1]表 I.1 给出的应用豁免水平的适量的材料”。

关于场所内的总活度，如果在一个单一授权设施中有几个场址，则应当考虑整个设施内的总活度（即应当不单独考虑每个位置）。如果单一业主有多个设施在不同的场址运行，这些设施中的每一个都应当单独考虑（即作为分开场所）。

4.14. 对于含有放射性核素混合物的材料，将使用 GSR Part 3[1]表 I.1 的豁免水平，符合 GSR Part 3[1]第 I.7 段（另见本“安全导则”第 4.23—4.28 段）描述的求和方法。

4.15. 在 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的豁免水平无法满足或无法应用的情况下，实践或源仍有资格获得特定豁免，如本“安全导则”第 5 部分所述。

批量的固态材料一般豁免水平

4.16. 如 GSR Part 3[1]第 I.3(b)段（脚注略）所述。一般豁免可适用于“实践中使用的特定人工来源放射性核素的活度浓度不超过 GSR Part 3[1]表 I.2 给出相关值的批量的材料”。

4.17. GSR Part 3[1]表 I.2 规定的批量的固态材料一般豁免标准和豁免水平仅适用于人造放射性核素。根据 GSR Part 3[1]第 I.4 段，含有天然来源放射性核素的批量的材料的豁免如本“安全导则”第 5.14—5.17 段所述，应当根据特定情况进行考虑（即特定豁免）。

4.18. 对于含有人造放射性核素的批量的材料，GSR Part 3[1]第 I.2 段规定的剂量标准适用（即与适量相同）。

4.19. 对于涉及批量含有人造放射性核素材料的预期实践，如果活度浓度小于或等于 GSR Part 3[1]表 I.2 规定的值，则可给予无需进一步考虑的豁免（一般豁免）。由于预期的实践涉及批量的材料（没有暗示数量上限），因此在总活度方面没有一般豁免水平。

4.20. 对于含有放射性核素混合物的材料，GSR Part 3[1]表 I.2 的豁免水平将根据 GSR Part 3[1]第 I.7 段（另见本“安全导则”第 4.23—4.28 段）描述的求和方法使用。

4.21. GSR Part 3[1]表 I.2 批量的固态材料豁免水平也适用于材料的解控水平无需进一步考虑（见本“安全导则”第 2.14 段和第 2.15 段）。因此，已无条件解控水平的材料也可获豁免，以防止其重新进入监管控制系统。

4.22. 对于批量的液体和气体，应当考虑特定豁免（见第 5 部分）。

放射性核素的混合物一般豁免水平

4.23. GSR Part 3[1]第 I.7 段指出（公式号略）：

“就豁免含有一种以上放射性核素的放射性物质而言，根据 GSR Part 3[1]表 I.1……和表 I.2……所列水平，豁免 GSR Part 3[1]部分或全部要求的条件是，个别放射性核素活度的总和或活度浓度酌情低于混合物的推导豁免水平(X_m)，确定如下：

$$X_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f(i)}{X(i)}}$$

式中

$f(i)$ 是放射性核素 i 在混合物中的活度分数或活度浓度，视情况而定；

$X(i)$ 是 GSR Part 3[1]表 I-1……或表 I-2 给出的放射性核素 i 的适用豁免水平；

n 是存在的放射性核素的数量。”

4.24. 作为 GSR Part 3[1]第 I.7 段公式的替代。可以使用以下公式（加权求和规则）：

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{EL_i} \leq 1 \quad (1)$$

式中

C_i 是材料中第 i 个放射性核素的活度浓度（贝可/克）或总活度（贝可）；

EL_i 是材料中活度浓度或总活度的相应豁免水平；

n 是存在的放射性核素的数量。

4.25. 对于含有天然和人工放射性核素混合物的批量的固态材料，不能适用求和规则，因此应当考虑特定豁免。独立符合的剂量标准见 GSR Part 3[1]第 I.2 段的人造放射性核素和 GSR Part 3[1]第 I.4 段用于天然来源放射性核素。

4.26. 在应用第 4.23 段或第 4.24 段的公式时，必须注意 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 关于父代放射性核素及其子代的脚注，其剂量贡献已在剂量中考虑在内计算（因此只需要考虑父代放射性核素的豁免水平）。

4.27. 放射性核素混合物中对加权总和的贡献可以忽略不计的任何放射性核素都可以忽略[14]。例如，对加权总和的贡献小于 0.1 的放射性核素可以忽略不计。

4.28. 附件 I 提供了确定含有放射性核素混合物材料豁免的示例。

一般豁免水平应用的限制

4.29. GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的值不能应用于所有现存照射情况，因为一般豁免的概念仅与计划照射情况相关。然而，GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的值在某些情况下可用作筛选值，如第 7 部分所述。

4.30. 对于符合 SSR-6 (Rev.1) [10]运输物质豁免，GSR Part 3[1]表 I.1 的一般豁免值与 SSR-6 (Rev.1) [10]使用的值相同，GSR Part 3[1]表 I.2 的值均低于或等于 SSR-6 (Rev.1) [10]使用的值。

4.31. GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 提供的数值不适用于放射性排放的控制或环境中残留放射性物质的控制（见 GSR Part 3[1]第 I.9 段）。

稀释

4.32. 未经监管机构事先批准，不得故意稀释材料，而不是在正常运行中进行稀释（即不考虑放射性时），以满足 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 给出的一般豁免水平。

使用辐射发生器实践的一般豁免

4.33. 根据 GSR Part 3[1]第 I.3(c)段规定，以下操作中的设备自动豁免而无需进一步考虑 GSR Part 3[1]要求：

“经监管机构核准的辐射发生器，或电子管形式的辐射发生器，如用于显示视觉图像的阴极射线管，但须：

- (i) 在正常运行工况下，在距离设备任何可接近的表面 0.1 米处，它们不会导致环境剂量当量率或定向剂量当量率（视情况而定）超过 1 微希沃特/小时；或
- (ii) 所产生辐射的最大能量不超过 5 千电子伏。”

4.34. 这种辐射发生器的示例包括电子显微镜、电子束焊机、阴极射线管、高压电子整流器和电压调节器、真空开关、真空电容器、磁控管、发射管以及电视和图像管，更多信息见参考文献[11]。

4.35. 不符合 GSR Part 3[1]第 I.3(c)段条件的辐射发生器，可被给予特定豁免，如第 5 部分所述。

5. 特定实践或源的豁免

5.1. 根据 GSR Part 3[1]第 I.6 段，可根据监管机构规定的条件给予豁免（即特定豁免，见本“安全导则”第 2.24 段）。因此，如果一种实践或一种实践中源不符合一般豁免的标准，或者这些标准不能适用，则可以考虑特定豁免。

5.2. 为了符合特定豁免的资格，申请人应当证明预期的实践是正当的，并符合 GSR Part 3[1]第 I.1 段所述的一般豁免标准。监管机构可决定给予特定豁免，并特别考虑 GSR Part 3[1]第 I.1(b)段和其他相关标准，以表明应用监管控制不会有任何好处。特定豁免的给予应当基于证明符合这些一般豁免标准的安全评定。

5.3. 如第 3.4 段所述，就特定豁免而言，申请人与监管机构之间的互动可能是必要的。然而，对于某些实践或源，申请人和监管机构之间可能不需要互动，例如，符合豁免标准的消费品已经存在多年，此类产品的豁免可以纳入监管框架而无需互动。

安全评定

5.4. 安全评定是对与防护和安全相关的实践所有方面的评定[3]。为了豁免的目的，评定应当评价预期实践或实践中源安全，考虑任何辐射风险的大小和任何安全措施充分性。根据预期的可能性和辐照程度评定辐射风险时，应当考虑到正常运行产生的辐照以及预计运行事件和事故工况产生的潜在辐照。GSR Part 3[1]第 3.29—3.36 段指出了安全评定要求。

5.5. 根据 GSR Part 3[1]第 3.29 段，负责设施和活动的个人或组织在申请授权时必须提交安全评定。

5.6. 在要做出特定豁免决定的情况下（即当一般豁免不能适用时），通常需要进行特定的安全评定。这种安全评定应当证明符合 GSR Part 3[1]第 I.1 段的一般豁免标准。

5.7. 监管机构可对用于支持特定豁免申请的安全评定方法和结构提出要求。这类要求的示例可包括对源和/或含有源设备的完整描述和说明（例如，设备和源说明、功能、放射性核素、活度、半衰期、化学和适用特定豁免的实物形状、源或设备数量），安全措施说明（例如。屏蔽、密封），源或设备完整性的证明，运行工况和维护计划的说明，以及对正常运行中的剂量、预计运行事件和事故工况的评价。

5.8. 关于消费品，SSG-36[7]第 3.30—3.35 段提供了安全评定建议。在这种情况下，安全评定的范围应当涵盖消费品的整个寿期，包括生产、存储、运输、使用和处置。尽管某些消费品可能获得豁免，但这种豁免通常与最终用户相关。因此，产品的生产可能仍受监管控制，或者如果消费品的数量超过一定数量（见 SSG-36[7]第 3.33 段），例如在存储、运输或处置方面，监管控制可能被认为是必要的。因此，一些限值和条件可能适用于消费品的豁免。这些限值和条件将基于基本的安全评定。

5.9. 一般而言，某一实践（或某一实践中源或设备）特定豁免的安全评定应当考虑与该实践、源或设备相关的所有阶段。根据安全评定的结果，监管机构应当决定是否 (a) 无条件给予豁免；(b) 在特定条件下（例如消费品的数量）给予豁免；(c) 仅豁免供应链中的某些实践；或 (d) 拒绝给予豁免，并施加某种形式的监管控制。

特定豁免的适用的示例

消费品

5.10. 消费品被定义为故意掺入或通过活化生产放射性核素的设备或制成品，或产生电离辐射的设备或制成品，并且可以在售后不受特别监督或监管控制的情况下出售或提供给公众[3]。

5.11. SSG-36[7]就如何将 GSR Part 3[1]附表 I 规定的豁免条款应当应用于消费品提供了建议。在 SSG-36[7]第 1.1 段，确定了以下类别的消费品：

- (a) 添加了少量放射性核素的产品由于功能原因或因为它们的物理或化学性质；
- (b) 能够产生辐射的设备；
- (c) 因故意辐射照射而含有活化产物的产品。

5.12. 如 SSG-36[7]第 4.1 段所述，消费品包括以下产品：

- (a) 电离室烟雾探测器；
- (b) 气体氙灯设备；
- (c) 放射发光产品，如钟表；
- (d) 若干灯及灯启动器；
- (e) 辐照宝石；
- (f) 钍钨焊条。

5.13. 有些消费品已经上市很多年了。对于此类产品，监管机构可通过确认已进行总体安全评定并适用于同类型的所有消费品，决定给予特定豁免而无需在每种情况下进行干预。

含有天然的放射性核素固体材料的批量

5.14. 根据 GSR Part 3[1]第 3.4(a)段规定，涉及铀或钍衰变链中任何放射性核素活度浓度高于 1 贝可/克或钾-40 时高于 10 贝可/克材料的任何实践，均须视为计划照射情况。

5.15. GSR Part 3[1]第 I.4 段指出（脚注略）：

“对于天然来源放射性核素，必须循序渐进考虑豁免批量的材料，采用每年 1 毫希沃特数量级的剂量标准，与天然本底辐射水平的典型剂量相称。”

这一剂量标准应当被解释为这种实践导致的剂量增量（即除了局部本底辐射的剂量之外）。此外每年 1 毫希沃特数量级的剂量标准酌情考虑了铀和钍衰变系列中子代放射性核素的剂量贡献，但不包括氡造成的照射。“1 毫希沃特数量级”术语应当以务实的方式解释为包括 1—3 毫希沃特范围内的剂量。

5.16. 除了每年 1 毫希沃特的剂量标准之外，豁免的一般标准，特别是需要考虑对产生净效益的实践或源进行监管控制的需要（见 GSR Part 3[1]第 I.1(b)段）。

5.17. 监管机构在决定豁免批量含有天然来源放射性核素的材料时，可考虑几个因素，这些因素可能包括所涉及的材料数量、风险大小、当时情况、社会影响、国家或区域因素、过去管理类似情况的经验，以及其他地方的国际导则和良好实践。

表面污染物项

5.18. 用于推导 GSR Part 3[1]附表 I 活度（贝可）和活度浓度（贝可/克）豁免水平的模式没有特定考虑表面污染物项。直接装卸、制造和加工表面污染物项的照射途径可能与活度分布在整个体积材料的照射途径有很大不同。因此，满足豁免水平（贝可或贝可/克）并不一定保证满足 GSR Part 3[1]第 I.1 段和第 I.2 段的一般豁免标准。更适当的实践是根据这些物项的表面污染水平给予特定豁免。

5.19. 与含有放射性核素的材料相比，预计对打算在实践中使用的表面污染物项给予豁免的必要性会更小。然而，在需要豁免表面污染物项（被人工和/或天然放射性核素污染）的情况下，应当根据循序渐进情况给予特定豁免。在申请这种豁免时，遵守 GSR Part 3[1]第 I.1 段的一般豁免标准，应当通过适当的安全评定进行论证。安全评定应当包括以下内容：

- (a) 使用剂量学模式，特别考虑直接装卸、加工或加工受污染的表面而产生的照射物项。附件 II 介绍了可用于评价的表面污染物项的剂量学模式示例；
- (b) 评价固定和非固定（可解控水平）污染的照射情况；
- (c) 考虑所有相关的照射途径造成以下风险：
 - (i) 受污染物项表面辐射的外部照射，包括直接接触物项的皮肤照射；
 - (ii) 因处理表面受污染物项而转移到皮肤的污染而外部照射；
 - (iii) 因再悬浮（由于装卸、机械加工或加工物项）而吸入空气传播活度而导致的内部照射；
 - (iv) 因装卸表面受污染物项而摄入活度物质的内部照射。

5.20. 对于含有放射性核素混合物的表面污染物项,应当符合第 4.23—4.28 段的建议。

5.21. SSR-6 (Rev.1) [10]第 508 段规定的表面污染值(即 β 和 γ 发射体和低毒性 α 发射体为 4 贝可/平方厘米,所有其他 α 发射体为 0.4 贝可/平方厘米,用于可去除的表面污染)是在为运输特定目的构建的简化剂量学模式基础上开发的。因此,需要进行适当的安全评定,以确定这些表面污染值对特定豁免的适用性。对于许多放射性核素和照射假想方案,大多数现有剂量模式(见附件 II)表明,这些表面污染值符合 GSR Part 3[1]第 I.2 段指出的一般豁免标准。

含有放射性物质设备

5.22. GSR Part 3[1]第 I.6 段指出:

“可根据监管机构规定的条件给予豁免,例如与放射性物质的物理或化学形状相关的条件,以及与放射性物质的使用或处置方式相关的条件。特别是,对于含有放射性物质的设备,可给予这种豁免,而这些设备在不进一步考虑 GSR Part 3[1]第 I.3(a)段部分或全部要求的情况下,不会自动豁免。

- (a) 含有放射性物质的设备属于经监管机构核准的型号;
- (b) 放射性物质:
 - (i) 采用密封源的形式,有效防止与放射性物质的任何接触并防止其泄漏;或
 - (ii) 是以少量非密封源的形式存在的,如用于放射免疫分析的源。
- (c) 在正常运行工况下,设备在距离设备任何可接近表面 0.1 米处不会导致环境剂量当量率或定向剂量当量率(视情况而定)超过 1 微希沃特/小时;
- (d) 监管机构规定了处置设备的必要条件。”

5.23. 应当进行安全评定,以支持设备类型认证的初始申请,但对于类似类型的后续设备,可能不需要重复评定。经监管机构批准的设备类型的典型示

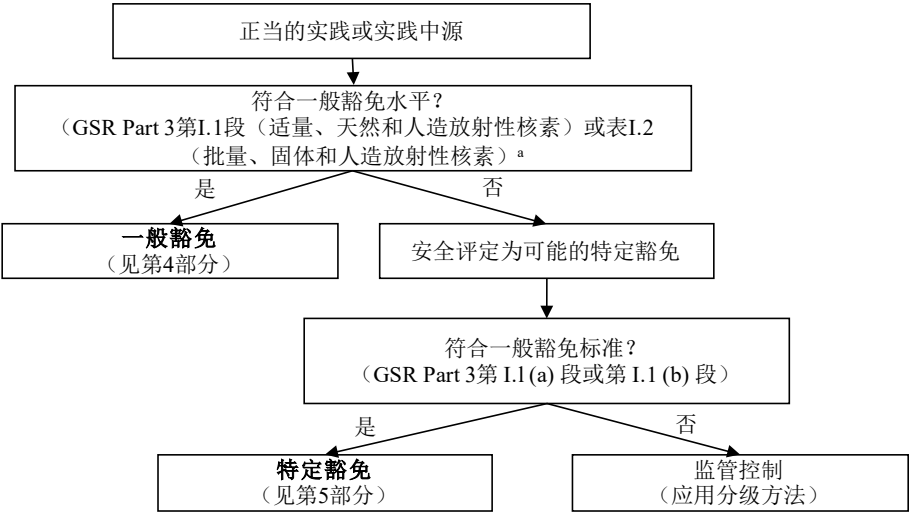
例包括用于医学、工业和研究的设备，例如放射免疫测定设备、电子捕获检测器和 X 射线荧光设备。

其他特定豁免

5.24. 其他实践或实践中源可根据特定情况考虑，以根据安全评定获得特定豁免。这种豁免可能包括对批量放射性气体和液体的豁免。安全评定应当考虑到所有相关的照射途径，并应当证明符合 GSR Part 3[1]第 I.1 段规定的一般豁免标准。

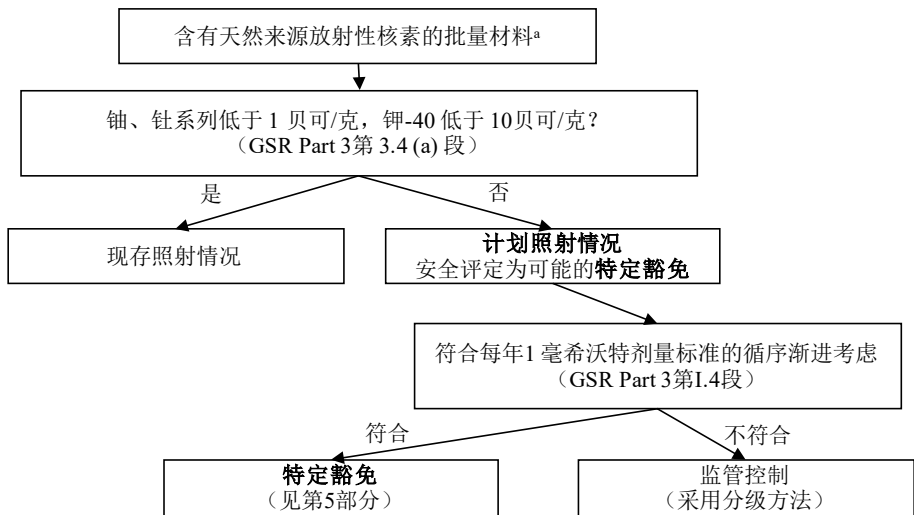
概要流程图

5.25. 图 2 和图 3 总结了给予一般豁免和特定豁免的主要步骤。



^a 批量液体和气体应视为特定豁免情况。

图 2. 给予一般豁免和特定豁免的流程图
(不包后含有天然来源放射性核素的批量的材料)。



^a 除食品、饲料、饮用水、农业肥料、土壤改良剂、建筑材料和环境中的放射性物质外，无论活度浓度如何都被视为现存照射情况。

图 3. 给予批量的材料特定豁免流程图。

6. 豁免的核实、修订和撤销

豁免水平符合性的核实

6.1. 在申请豁免或作出任何豁免决定之前应当采取适当的措施。这些测量应当能够酌情与 GSR Part 3[1]第 I.3 段或监管机构制定的特定豁免标准指出的一般豁免水平进行可靠的比较。应当确保完成以下行动：

- (a) 进行有代表性的取样或测量；
- (b) 采用正确的测量和分析方法；
- (c) 达到所需的测量准确度和精确度；
- (d) 将测量结果指定给正确的源、材料或设备类型；
- (e) 根据既定协议对结果进行评价。

6.2. 在核实过程中，确保活度或活度浓度代表值的平均程序应当成为每一步骤的组成部分，并应当根据材料的类型和数量以及统计代表性来选择这些程序。还应当考虑材料内部或表面局部较高活度浓度的可能性。

6.3. 还应当核实特定豁免附带的其他条件以及与豁免申请相关的任何其他情况。

6.4. 附录 II 提供了关于核实豁免水平符合性的详细指导。

豁免的撤销和修订

6.5. 监管机构可能有必要撤销豁免，例如，当最初被豁免的实践或实践中源不再被认为是正当的，或者当最初的豁免标准被撤销时。或者，监管机构可以修订豁免，如果原始豁免标准或特定豁免的附加条件发生变化。如果最初是在特定条件下给予豁免的，一种选择可能是改变这些条件，而不是撤销豁免。

6.6. 如果豁免被撤销，实践或实践中源将不再在监管控制范围之外，如果这种实践不再正当，甚至可能被禁止。

6.7. 豁免可被视为不再适用，例如，如果核实活度或活度浓度的过程表明一种材料实际上不符合豁免水平。这可能是故意或意外地修改实践或实践中源的结果。

7. 现存照射情况中筛选值的使用

7.1. 根据 GSR Part 3[1]要求 8，豁免的概念仅适用于计划照射情况。在现存照射情况下，关于防护和安全最优化的决定以参考水平为指导，通常表示为代表人在每年 1—20 毫希沃特范围内的有效剂量（见 GSR Part 3[1]第 5.8 段）。参考水平代表一个上限值，“高于该值不适合允许计划照射发生，低于该值将继续实施防护和安全最优化”[3]。然而，确定一个较低的边界也可能是有用的，低于该边界预计不需要进一步的控制。这种基于筛选值的“类似豁免”的方法在本“安全导则”被提出，用于管理某些现存照射情况。例如，这种方法将支持在核或辐射紧急情况终止后的现存照射情况下，以及在商品贸易和建筑材料使用中的长期决策。

7.2. 在现存照射情况下，要求在防护和安全最优化中使用参考级（参见 GSR Part 3[1]要求 48）。在确定、选择、分析和确定防护策略的基准时，应当将它们作为最优化的工具。如果在这种情况下类似豁免的程序是适当的，

任何推导的筛选水平都应当基于剂量标准，该标准低于或等于所考虑的现存照射情况的选定参考级。此外，豁免的一般标准在 GSR Part 3[1]第 I.1 段规定。在这种情况下，建议有效剂量为每年 1 毫希沃特或更低。这一数值符合豁免人工放射性核素的低概率假想方案的剂量标准，也符合含有天然来源放射性核素的批量的材料特定豁免的剂量标准。监管机构或其他主管当局可根据当时的情况决定采用不同的值。

7.3. 在实际应用中，使用以可测量量表示的筛选值的方法（来自第 7.2 段所述的剂量标准）。此类筛选值应当由监管机构根据应用该值的现存照射情况进行定义。

核或辐射紧急情况终止后的现存照射情况

7.4. 涉及向环境中显著排放放射性物质的大规模核或辐射紧急情况可能导致非常广泛的污染，包括大量被污染的材料和物体。在这种情况下，考虑根据可测量量确定的操作筛选值进行豁免可能是合适的，例如活度浓度（贝可/克）或环境剂量当量率（微希沃特/小时）。附件 III 提供了福岛第一核电站事故后使用筛选值支持日本受污染材料和物项管理决策的信息。

含有天然放射性核素的建筑材料

7.5. 一种基于筛选水平的方法已经被用于与含有天然来源放射性核素的建筑材料相关的决策。特别是，放射性浓度指数被用作筛选工具，以确定可能需要受到限制的建筑材料（见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-32 号《保护公众免受氡和其他天然辐射源造成的室内照射》[15]第 4.17—4.27 段），附件 III 提供了进一步的资料。

商品贸易

7.6. 公众使用或消费的商品，如零售和批发商品、食品和建筑材料，可能含有放射性物质。本“安全导则”提供非食品商品贸易的一般指引，参考文献[6]提供了进一步的支持技术信息。

7.7. 根据 GSR Part 3[1]第 5.1 段，含有来自残留放射性物质（即来自不受适当监管控制的过去活动，或在核或辐射紧急情况终止后）的放射性核素商品的照射应当作为现存照射情况进行管理。

7.8. GSR Part 3[1]第 5.22 段指出：

“监管机构或其他相关当局必须确定建筑材料、食品和饲料等商品以及饮用水中放射性核素照射的特定参考水平，每一水平通常必须表示为或基于代表人的年有效剂量，该剂量通常不超过约 1 毫希沃特。”

7.9. 监管机构或其他相关当局必须考虑因核或辐射紧急情况而导致的食品中放射性核素的现有指导水平以及饮用水的现有指导水平（GSR Part 3[1]第 5.23 段）。食品和饮用水中放射性核素活度浓度的标准（核或辐射紧急情况除外）见参考文献[16]。

7.10. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-11 号《终止核或辐射应急的安排》[17]提供了关于调整或取消在应急阶段实施的对非粮食商品限制的建议，包括对此类商品国际贸易的限制。

7.11. 对于非食品商品，放射性核素可以在商品的外表面，也可以分布在商品的整个体积中。这类商品贸易的管理可采用基于筛选的决策方法，特定如下：

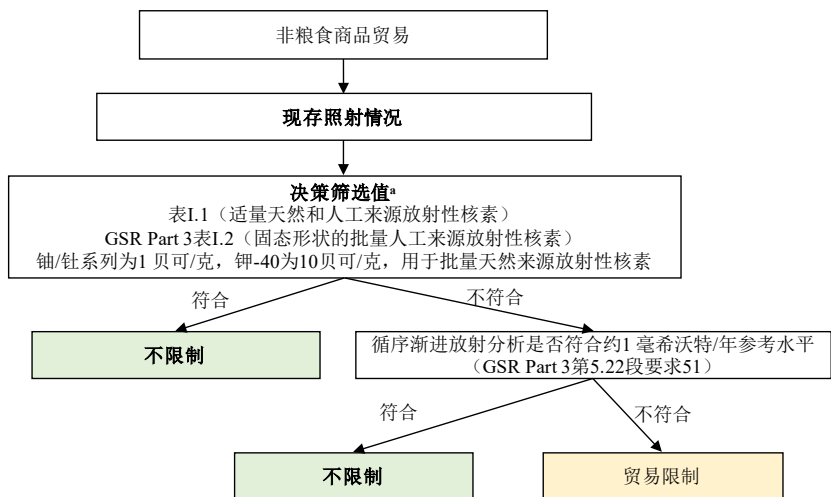
- (a) 作为起点，GSR Part 3[1]表 I.1 关于含有人工或天然放射性核素的适量的材料的数值，以及 GSR Part 3[1]表 I.2 关于含有人工放射性核素的批量的固态材料的数值，也可作为贸易的相应筛选值。如果测量表明活度浓度低于这些水平，非食品商品的贸易可以不需要进一步考虑。如果非食品商品的活度浓度超过 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的水平，这并不一定意味着该贸易应当受到限制。相反，它指出需要循序渐进评定，以确定是否符合 GSR Part 3[1]第 5.22 段所要求的特定参考水平。这一评定应当基于现存照射假想方案；
- (b) 就含有天然来源放射性核素的批量的材料而言，铀衰变链或钍衰变链中的每种放射性核素的数值为 1 贝可/克，钾-40 的数值为 10 贝可/克（GSR Part 3[1]表 I.3，解控值），可用于一般筛选目的，但建筑材料可能需要更保守的数值。如果测量结果高于这些筛选值，则 GSR Part 3[1]第 5.22 段规定的要求需要考虑；
- (c) 对于表面受到污染的非粮食商品需要循序渐进评定，以确定是否符合 GSR Part 3[1]第 5.22 段所要求的特定参考水平。这一评定应当基于现实的照射假想方案和适当的剂量学模式（例如，见附件 II）。本“安全

导则”第 5.21 段规定的表面污染值。在没有其他选择的情况下，特别是在需要迅速做出决定的情况下，可以考虑将 SSR-6 (Rev.1) [10] 第 508 段（即 α 发射体为 0.4 贝可/平方厘米、 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体为 4 贝可/平方厘米）用作筛选值。

7.12. 确认非食品商品符合第 7.11 段所述的筛选值。应当在进入贸易的第一个入境点获得。这并不意味着需要对每个国家的所有贸易商品进行系统监控，但出口国当局应当确保建立一个系统，防止活度水平超过国家规定标准的商品未经授权进行贸易。一般而言，每个进口国没有必要仅仅为了监控商品而执行自己的例行测量计划，特别是如果对出口国实施的控制有信心。的话。

7.13. 在有合理相信代表人的有效剂量将超过每年 1 毫希沃特的情况下（见 GSR Part 3[1]第 5.22 段），政府仍可根据社会、经济或其他相关因素考虑贸易便利化，但须符合国家法规的要求以及 GSR Part 3[1]第 5.22 段固有的任何灵活度。一般而言，为避免不必要的贸易壁垒，各国应当协调其监管策略（及其对这些策略的实施），包括商品监控策略。应当作出安排，按照监管机构或其他相关当局的安排，通过从供应商处获取信息或通过监控活度浓度来确定商品中的实际活度浓度水平。任何测量都应当使用适当的技术和能够测量低于规定值活度浓度的设备（见附录 II）。

7.14. 图 4 总结了在非食品商品贸易决策中使用筛选值的主要步骤。



*关于受表面污染的材料见本“安全导则”第7.11 (c)段。

图 4. 说明在非食品商品贸易决策中使用筛选值的流程图

附录 I

GSR Part 3 的附表 I 豁免水平

I-1. 为便利起见，本附录转载了 GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的豁免水平。

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度

(转载 GSR Part 3[1]表 I.1)

放射性核素 ^a	活度浓度 (贝可/克)	活度 (贝可)
氢-3	1×10^6	1×10^9
铍-7	1×10^3	1×10^7
铍-10	1×10^4	1×10^6
碳-11	1×10^1	1×10^6
碳-14	1×10^4	1×10^7
氮-13	1×10^2	1×10^9
氖-19	1×10^2	1×10^9
氧-15	1×10^2	1×10^9
氟-18	1×10^1	1×10^6
钠-22	1×10^1	1×10^6
钠-24	1×10^1	1×10^5
锰-28	1×10^1	1×10^5
铝-26	1×10^1	1×10^5

脚注见第 74 页。

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
硅-31	1×10^3	1×10^6
硅-32	1×10^3	1×10^6
磷-32	1×10^3	1×10^5
磷-33	1×10^5	1×10^8
硫-35	1×10^5	1×10^8
氯-36	1×10^4	1×10^6
氯-38	1×10^1	1×10^5
氯-39	1×10^1	1×10^5
氩-37	1×10^6	1×10^8
氩-39	1×10^7	1×10^4
氩-41	1×10^2	1×10^9
钾-40	1×10^2	1×10^6
钾-42	1×10^2	1×10^6
钾-43	1×10^1	1×10^6
钾-44	1×10^1	1×10^5
钾-45	1×10^1	1×10^5
钙-41	1×10^5	1×10^7
钙-45	1×10^4	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钙-47	1×10^1	1×10^6
钪-43	1×10^1	1×10^6
钪-44	1×10^1	1×10^5
钪-45	1×10^2	1×10^7
钪-46	1×10^1	1×10^6
钪-47	1×10^2	1×10^6
钪-48	1×10^1	1×10^5
钪-49	1×10^3	1×10^5
钛-44	1×10^1	1×10^5
钛-45	1×10^1	1×10^6
钒-47	1×10^1	1×10^5
钒-48	1×10^1	1×10^5
钒-49	1×10^4	1×10^7
铬-48	1×10^2	1×10^6
铬-49	1×10^1	1×10^6
铬-51	1×10^3	1×10^7
锰-51	1×10^1	1×10^5
锰-52	1×10^1	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
锰-52m	1×10^1	1×10^5
锰-53	1×10^4	1×10^9
锰-54	1×10^1	1×10^6
锰-56	1×10^1	1×10^5
铁-52	1×10^1	1×10^6
铁-55	1×10^4	1×10^6
铁-59	1×10^1	1×10^6
铁-60	1×10^2	1×10^5
钴-55	1×10^1	1×10^6
钴-56	1×10^1	1×10^5
钴-57	1×10^2	1×10^6
钴-58	1×10^1	1×10^6
钴-58m	1×10^4	1×10^7
钴-60	1×10^1	1×10^5
钴-60m	1×10^3	1×10^6
钴-61	1×10^2	1×10^6
钴-62m	1×10^1	1×10^5
镍-56	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镍-57	1×10^1	1×10^6
镍-59	1×10^4	1×10^8
镍-63	1×10^5	1×10^8
镍-65	1×10^1	1×10^6
镍-66	1×10^4	1×10^7
铜-60	1×10^1	1×10^5
铜-61	1×10^1	1×10^6
铜-64	1×10^2	1×10^6
铜-67	1×10^2	1×10^6
锌-62	1×10^2	1×10^6
锌-63	1×10^1	1×10^5
锌-65	1×10^1	1×10^6
锌-69	1×10^4	1×10^6
锌-69m	1×10^2	1×10^6
锌-71m	1×10^1	1×10^6
锌-72	1×10^2	1×10^6
镓-65	1×10^1	1×10^5
镓-66	1×10^1	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镓-67	1×10^2	1×10^6
镓-68	1×10^1	1×10^5
镓-70	1×10^2	1×10^6
镓-72	1×10^1	1×10^5
镓-73	1×10^2	1×10^6
锆-66	1×10^1	1×10^6
锆-67	1×10^1	1×10^5
锆-68 ^b	1×10^1	1×10^5
锆-69	1×10^1	1×10^6
锆-71	1×10^4	1×10^8
锆-75	1×10^3	1×10^6
锆-77	1×10^1	1×10^5
锆-78	1×10^2	1×10^6
砷-69	1×10^1	1×10^5
砷-70	1×10^1	1×10^5
砷-71	1×10^1	1×10^6
砷-72	1×10^1	1×10^5
砷-73	1×10^3	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
砷-74	1×10^1	1×10^6
砷-76	1×10^2	1×10^5
砷-77	1×10^3	1×10^6
砷-78	1×10^1	1×10^5
硒-70	1×10^1	1×10^6
硒-73	1×10^1	1×10^6
硒-73m	1×10^2	1×10^6
硒-75	1×10^2	1×10^6
硒-79	1×10^4	1×10^7
硒-81	1×10^3	1×10^6
硒-81m	1×10^3	1×10^7
硒-83	1×10^1	1×10^5
溴-74	1×10^1	1×10^5
溴-74m	1×10^1	1×10^5
溴-75	1×10^1	1×10^6
溴-76	1×10^1	1×10^5
溴-77	1×10^2	1×10^6
溴-80	1×10^2	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
溴-80m	1×10^3	1×10^7
溴-82	1×10^1	1×10^6
溴-83	1×10^3	1×10^6
溴-84	1×10^1	1×10^5
氩-74	1×10^2	1×10^9
氩-76	1×10^2	1×10^9
氩-77	1×10^2	1×10^9
氩-79	1×10^3	1×10^5
氩-81	1×10^4	1×10^7
氩-81m	1×10^3	1×10^{10}
氩-83m	1×10^5	1×10^{12}
氩-85	1×10^5	1×10^4
氩-85m	1×10^3	1×10^{10}
氩-87	1×10^2	1×10^9
氩-88	1×10^2	1×10^9
铷-79	1×10^1	1×10^5
铷-81	1×10^1	1×10^6
铷-81m	1×10^3	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铷-82m	1×10^1	1×10^6
铷-83 ^b	1×10^2	1×10^6
铷-84	1×10^1	1×10^6
铷-86	1×10^2	1×10^5
铷-87	1×10^3	1×10^7
铷-88	1×10^2	1×10^5
铷-89	1×10^2	1×10^5
锶-80	1×10^3	1×10^7
锶-81	1×10^1	1×10^5
锶-82 ^b	1×10^1	1×10^5
锶-83	1×10^1	1×10^6
锶-85	1×10^2	1×10^6
锶-85m	1×10^2	1×10^7
锶-87m	1×10^2	1×10^6
锶-89	1×10^3	1×10^6
锶-90 ^b	1×10^2	1×10^4
锶-91	1×10^1	1×10^5
锶-92	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钷-86	1×10^1	1×10^5
钷-86m	1×10^2	1×10^7
钷-87 ^b	1×10^1	1×10^6
钷-88	1×10^1	1×10^6
钷-90	1×10^3	1×10^5
钷-90m	1×10^1	1×10^6
钷-91	1×10^3	1×10^6
钷-91m	1×10^2	1×10^6
钷-92	1×10^2	1×10^5
钷-93	1×10^2	1×10^5
钷-94	1×10^1	1×10^5
钷-95	1×10^1	1×10^5
铈-86	1×10^2	1×10^7
铈-88	1×10^2	1×10^6
铈-89	1×10^1	1×10^6
铈-93 ^b	1×10^3	1×10^7
铈-95	1×10^1	1×10^6
铈-97 ^b	1×10^1	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铀-88	1×10^1	1×10^5
铀-89	1×10^1	1×10^5
铀-89m	1×10^1	1×10^5
铀-90	1×10^1	1×10^5
铀-93m	1×10^4	1×10^7
铀-94	1×10^1	1×10^6
铀-95	1×10^1	1×10^6
铀-95m	1×10^2	1×10^7
铀-96	1×10^1	1×10^5
铀-97	1×10^1	1×10^6
铀-98	1×10^1	1×10^5
钍-90	1×10^1	1×10^6
钍-93	1×10^3	1×10^8
钍-93m	1×10^1	1×10^6
钍-99	1×10^2	1×10^6
钍-101	1×10^1	1×10^6
镤-93	1×10^1	1×10^6
镤-93m	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
锃-94	1×10^1	1×10^6
锃-94m	1×10^1	1×10^5
锃-95	1×10^1	1×10^6
锃-95m	1×10^1	1×10^6
锃-96	1×10^1	1×10^6
锃-96m	1×10^3	1×10^7
锃-97	1×10^3	1×10^8
锃-97m	1×10^3	1×10^7
锃-98	1×10^1	1×10^6
锃-99	1×10^4	1×10^7
锃-99m	1×10^2	1×10^7
锃-101	1×10^2	1×10^6
锃-104	1×10^1	1×10^5
钶-94	1×10^2	1×10^6
钶-97	1×10^2	1×10^7
钶-103	1×10^2	1×10^6
钶-105	1×10^1	1×10^6
钶-106 ^b	1×10^2	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铯-99	1×10^1	1×10^6
铯-99m	1×10^1	1×10^6
铯-100	1×10^1	1×10^6
铯-101	1×10^2	1×10^7
铯-101m	1×10^2	1×10^7
铯-102	1×10^1	1×10^6
铯-102m	1×10^2	1×10^6
铯-103m	1×10^4	1×10^8
铯-105	1×10^2	1×10^7
铯-106m	1×10^1	1×10^5
铯-107	1×10^2	1×10^6
钡-100	1×10^2	1×10^7
钡-101	1×10^2	1×10^6
钡-103	1×10^3	1×10^8
钡-107	1×10^5	1×10^8
钡-109	1×10^3	1×10^6
银-102	1×10^1	1×10^5
银-103	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
银-104	1×10^1	1×10^6
银-104m	1×10^1	1×10^6
银-105	1×10^2	1×10^6
银-106	1×10^1	1×10^6
银-106m	1×10^1	1×10^6
银-108m	1×10^1	1×10^6
银-110m	1×10^1	1×10^6
银-111	1×10^3	1×10^6
银-112	1×10^1	1×10^5
银-115	1×10^1	1×10^5
镉-104	1×10^2	1×10^7
镉-107	1×10^3	1×10^7
镉-109	1×10^4	1×10^6
镉-113	1×10^3	1×10^6
镉-113m	1×10^3	1×10^6
镉-115	1×10^2	1×10^6
镉-115m	1×10^3	1×10^6
镉-117	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镅-117m	1×10^1	1×10^6
铀-109	1×10^1	1×10^6
铀-110	1×10^1	1×10^6
铀-110m	1×10^1	1×10^5
铀-111	1×10^2	1×10^6
铀-112	1×10^2	1×10^6
铀-113m	1×10^2	1×10^6
铀-114	1×10^3	1×10^5
铀-114m	1×10^2	1×10^6
铀-115	1×10^3	1×10^5
铀-115m	1×10^2	1×10^6
铀-116m	1×10^1	1×10^5
铀-117	1×10^1	1×10^6
铀-117m	1×10^2	1×10^6
铀-119m	1×10^2	1×10^5
钍-110	1×10^2	1×10^7
钍-111	1×10^2	1×10^6
钍-113	1×10^3	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
锡-117m	1×10^2	1×10^6
锡-119m	1×10^3	1×10^7
锡-121	1×10^5	1×10^7
锡-121m ^b	1×10^3	1×10^7
锡-123	1×10^3	1×10^6
锡-123m	1×10^2	1×10^6
锡-125	1×10^2	1×10^5
锡-126 ^b	1×10^1	1×10^5
锡-127	1×10^1	1×10^6
锡-128	1×10^1	1×10^6
铟-115	1×10^1	1×10^6
铟-116	1×10^1	1×10^6
铟-116m	1×10^1	1×10^5
铟-117	1×10^2	1×10^7
铟-118m	1×10^1	1×10^6
铟-119	1×10^3	1×10^7
铟-120	1×10^2	1×10^6
铟-120m	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铈-122	1×10^2	1×10^4
铈-124	1×10^1	1×10^6
铈-124m	1×10^2	1×10^6
铈-125	1×10^2	1×10^6
铈-126	1×10^1	1×10^5
铈-126m	1×10^1	1×10^5
铈-127	1×10^1	1×10^6
铈-128	1×10^1	1×10^5
铈-128m	1×10^1	1×10^5
铈-129	1×10^1	1×10^6
铈-130	1×10^1	1×10^5
铈-131	1×10^1	1×10^6
铈-116	1×10^2	1×10^7
铈-121	1×10^1	1×10^6
铈-121m	1×10^2	1×10^6
铈-123	1×10^3	1×10^6
铈-123m	1×10^2	1×10^7
铈-125m	1×10^3	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铯-127	1×10^3	1×10^6
铯-127m	1×10^3	1×10^7
铯-129	1×10^2	1×10^6
铯-129m	1×10^3	1×10^6
铯-131	1×10^2	1×10^5
铯-131m	1×10^1	1×10^6
铯-132	1×10^2	1×10^7
铯-133	1×10^1	1×10^5
铯-133m	1×10^1	1×10^5
铯-134	1×10^1	1×10^6
碘-120	1×10^1	1×10^5
碘-120m	1×10^1	1×10^5
碘-121	1×10^2	1×10^6
碘-123	1×10^2	1×10^7
碘-124	1×10^1	1×10^6
碘-125	1×10^3	1×10^6
碘-126	1×10^2	1×10^6
碘-128	1×10^2	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
碘-129	1×10^2	1×10^5
碘-130	1×10^1	1×10^6
碘-131	1×10^2	1×10^6
碘-132	1×10^1	1×10^5
碘-132m	1×10^2	1×10^6
碘-133	1×10^1	1×10^6
碘-134	1×10^1	1×10^5
碘-135	1×10^1	1×10^6
氙-120	1×10^2	1×10^9
氙-121	1×10^2	1×10^9
氙-122 ^b	1×10^2	1×10^9
氙-123	1×10^2	1×10^9
氙-125	1×10^3	1×10^9
氙-127	1×10^3	1×10^5
氙-129m	1×10^3	1×10^4
氙-131m	1×10^4	1×10^4
氙-133m	1×10^3	1×10^4
氙-133	1×10^3	1×10^4

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
氚-135	1×10^3	1×10^{10}
氚-135m	1×10^2	1×10^9
氚-138	1×10^2	1×10^9
铯-125	1×10^1	1×10^4
铯-127	1×10^2	1×10^5
铯-129	1×10^2	1×10^5
铯-130	1×10^2	1×10^6
铯-131	1×10^3	1×10^6
铯-132	1×10^1	1×10^5
铯-134m	1×10^3	1×10^5
铯-134	1×10^1	1×10^4
铯-135	1×10^4	1×10^7
铯-135m	1×10^1	1×10^6
铯-136	1×10^1	1×10^5
铯-137 ^b	1×10^1	1×10^4
铯-138	1×10^1	1×10^4
钡-126	1×10^2	1×10^7
钡-128	1×10^2	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钡-131	1×10^2	1×10^6
钡-131m	1×10^2	1×10^7
钡-133	1×10^2	1×10^6
钡-133m	1×10^2	1×10^6
钡-135m	1×10^2	1×10^6
钡-137m	1×10^1	1×10^6
钡-139	1×10^2	1×10^5
钡-140 ^b	1×10^1	1×10^5
钡-141	1×10^2	1×10^5
钡-142	1×10^2	1×10^6
镧-131	1×10^1	1×10^6
镧-132	1×10^1	1×10^6
镧-135	1×10^3	1×10^7
镧-137	1×10^3	1×10^7
镧-138	1×10^1	1×10^6
镧-140	1×10^1	1×10^5
镧-141	1×10^2	1×10^5
镧-142	1×10^1	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镭-143	1×10^2	1×10^5
钍-134	1×10^3	1×10^7
钍-135	1×10^1	1×10^6
钍-137	1×10^3	1×10^7
钍-137m	1×10^3	1×10^6
钍-139	1×10^2	1×10^6
钍-141	1×10^2	1×10^7
钍-143	1×10^2	1×10^6
钍-144 ^b	1×10^2	1×10^5
镤-136	1×10^1	1×10^5
镤-137	1×10^2	1×10^6
镤-138m	1×10^1	1×10^6
镤-139	1×10^2	1×10^7
镤-142	1×10^2	1×10^5
镤-142m	1×10^7	1×10^9
镤-143	1×10^4	1×10^6
镤-144	1×10^2	1×10^5
镤-145	1×10^3	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镓-147	1×10^1	1×10^5
钷-136	1×10^2	1×10^6
钷-138	1×10^3	1×10^7
钷-139	1×10^2	1×10^6
钷-139m	1×10^1	1×10^6
钷-141	1×10^2	1×10^7
钷-147	1×10^2	1×10^6
钷-149	1×10^2	1×10^6
钷-151	1×10^1	1×10^5
铈-141	1×10^1	1×10^5
铈-143	1×10^2	1×10^6
铈-144	1×10^1	1×10^6
铈-145	1×10^3	1×10^7
铈-146	1×10^1	1×10^6
铈-147	1×10^4	1×10^7
铈-148	1×10^1	1×10^5
铈-148m	1×10^1	1×10^6
铈-149	1×10^3	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-150	1×10^1	1×10^5
钍-151	1×10^2	1×10^6
钷-141	1×10^1	1×10^5
钷-141m	1×10^1	1×10^6
钷-142	1×10^2	1×10^7
钷-145	1×10^2	1×10^7
钷-146	1×10^1	1×10^5
钷-147	1×10^1	1×10^4
钷-151	1×10^4	1×10^8
钷-153	1×10^2	1×10^6
钷-155	1×10^2	1×10^6
钷-156	1×10^2	1×10^6
钷-145	1×10^1	1×10^6
钷-146	1×10^1	1×10^6
钷-147	1×10^2	1×10^6
钷-148	1×10^1	1×10^6
钷-149	1×10^2	1×10^7
钷-150	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-150m	1×10^3	1×10^6
钍-152	1×10^1	1×10^6
钍-152m	1×10^2	1×10^6
钍-154	1×10^1	1×10^6
钍-155	1×10^2	1×10^7
钍-156	1×10^1	1×10^6
钍-157	1×10^2	1×10^6
钍-158	1×10^1	1×10^5
钷-145	1×10^1	1×10^5
钷-146 ^b	1×10^1	1×10^6
钷-147	1×10^1	1×10^6
钷-148	1×10^1	1×10^4
钷-149	1×10^2	1×10^6
钷-151	1×10^2	1×10^7
钷-152	1×10^1	1×10^4
钷-153	1×10^2	1×10^7
钷-159	1×10^3	1×10^6
铽-147	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铀-149	1×10^1	1×10^6
铀-150	1×10^1	1×10^6
铀-151	1×10^1	1×10^6
铀-153	1×10^2	1×10^7
铀-154	1×10^1	1×10^6
铀-155	1×10^2	1×10^7
铀-156	1×10^1	1×10^6
铀-156m（24.4 小时）	1×10^3	1×10^7
铀-156m'（5 小时）	1×10^4	1×10^7
铀-157	1×10^4	1×10^7
铀-158	1×10^1	1×10^6
铀-160	1×10^1	1×10^6
铀-161	1×10^3	1×10^6
镅-155	1×10^1	1×10^6
镅-157	1×10^2	1×10^6
镅-159	1×10^3	1×10^7
镅-165	1×10^3	1×10^6
镅-166	1×10^3	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-155	1×10^2	1×10^6
钍-157	1×10^2	1×10^6
钍-159	1×10^2	1×10^6
钍-161	1×10^2	1×10^7
钍-162	1×10^2	1×10^7
钍-162m	1×10^1	1×10^6
钍-164	1×10^3	1×10^6
钍-164m	1×10^3	1×10^7
钍-166	1×10^3	1×10^5
钍-166m	1×10^1	1×10^6
钍-167	1×10^2	1×10^6
镅-161	1×10^1	1×10^6
镅-165	1×10^3	1×10^7
镅-169	1×10^4	1×10^7
镅-171	1×10^2	1×10^6
镅-172	1×10^2	1×10^6
镥-162	1×10^1	1×10^6
镥-166	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铀-167	1×10^2	1×10^6
铀-170	1×10^3	1×10^6
铀-171	1×10^4	1×10^8
铀-172	1×10^2	1×10^6
铀-173	1×10^2	1×10^6
铀-175	1×10^1	1×10^6
钍-162	1×10^2	1×10^7
钍-166	1×10^2	1×10^7
钍-167	1×10^2	1×10^6
钍-169	1×10^2	1×10^7
钍-175	1×10^3	1×10^7
钍-177	1×10^2	1×10^6
钍-178	1×10^3	1×10^6
镭-169	1×10^1	1×10^6
镭-170	1×10^1	1×10^6
镭-171	1×10^1	1×10^6
镭-172	1×10^1	1×10^6
镭-173	1×10^2	1×10^7

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镭-174	1×10^2	1×10^7
镭-174m	1×10^2	1×10^7
镭-176	1×10^2	1×10^6
镭-176m	1×10^3	1×10^6
镭-177	1×10^3	1×10^7
镭-177m	1×10^1	1×10^6
镭-178	1×10^2	1×10^5
镭-178m	1×10^1	1×10^5
镭-179	1×10^3	1×10^6
钍-170	1×10^2	1×10^6
钍-172 ^b	1×10^1	1×10^6
钍-173	1×10^2	1×10^6
钍-175	1×10^2	1×10^6
钍-177m	1×10^1	1×10^5
钍-178m	1×10^1	1×10^6
钍-179m	1×10^1	1×10^6
钍-180m	1×10^1	1×10^6
钍-181	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-182	1×10^2	1×10^6
钍-182m	1×10^1	1×10^6
钍-183	1×10^1	1×10^6
钍-184	1×10^2	1×10^6
钽-172	1×10^1	1×10^6
钽-173	1×10^1	1×10^6
钽-174	1×10^1	1×10^6
钽-175	1×10^1	1×10^6
钽-176	1×10^1	1×10^6
钽-177	1×10^2	1×10^7
钽-178	1×10^1	1×10^6
钽-179	1×10^3	1×10^7
钽-180	1×10^1	1×10^6
钽-180m	1×10^3	1×10^7
钽-182	1×10^1	1×10^4
钽-182m	1×10^2	1×10^6
钽-183	1×10^2	1×10^6
钽-184	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钽-185	1×10^2	1×10^5
钽-186	1×10^1	1×10^5
钨-176	1×10^2	1×10^6
钨-177	1×10^1	1×10^6
钨-178 ^b	1×10^1	1×10^6
钨-179	1×10^2	1×10^7
钨-181	1×10^3	1×10^7
钨-185	1×10^4	1×10^7
钨-187	1×10^2	1×10^6
钨-188 ^b	1×10^2	1×10^5
铼-177	1×10^1	1×10^6
铼-178	1×10^1	1×10^6
铼-181	1×10^1	1×10^6
铼-182	1×10^1	1×10^6
铼-182m	1×10^1	1×10^6
铼-184	1×10^1	1×10^6
铼-184m	1×10^2	1×10^6
铼-186	1×10^3	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镱-186m	1×10^3	1×10^7
镱-187	1×10^6	1×10^9
镱-188	1×10^2	1×10^5
镱-188m	1×10^2	1×10^7
镱-189 ^b	1×10^2	1×10^6
铕-180	1×10^2	1×10^7
铕-181	1×10^1	1×10^6
铕-182	1×10^2	1×10^6
铕-185	1×10^1	1×10^6
铕-189m	1×10^4	1×10^7
铕-191	1×10^2	1×10^7
铕-191m	1×10^3	1×10^7
铕-193	1×10^2	1×10^6
铕-194 ^b	1×10^2	1×10^5
铥-182	1×10^1	1×10^5
铥-184	1×10^1	1×10^6
铥-185	1×10^1	1×10^6
铥-186	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铯-186m	1×10^1	1×10^6
铯-187	1×10^2	1×10^6
铯-188	1×10^1	1×10^6
铯-189 ^b	1×10^2	1×10^7
铯-190	1×10^1	1×10^6
铯-190m（3.1 小时）	1×10^1	1×10^6
铯-190m'（1.2 小时）	1×10^4	1×10^7
铯-192	1×10^1	1×10^4
铯-192m	1×10^2	1×10^7
铯-193m	1×10^4	1×10^7
铯-194	1×10^2	1×10^5
铯-194m	1×10^1	1×10^6
铯-195	1×10^2	1×10^6
铯-195m	1×10^2	1×10^6
铂-186	1×10^1	1×10^6
铂-188 ^b	1×10^1	1×10^6
铂-189	1×10^2	1×10^6
铂-191	1×10^2	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铂-193	1×10^4	1×10^7
铂-193m	1×10^3	1×10^7
铂-195m	1×10^2	1×10^6
铂-197	1×10^3	1×10^6
铂-197m	1×10^2	1×10^6
铂-199	1×10^2	1×10^6
铂-200	1×10^2	1×10^6
金-193	1×10^2	1×10^7
金-194	1×10^1	1×10^6
金-195	1×10^2	1×10^7
金-198	1×10^2	1×10^6
金-198m	1×10^1	1×10^6
金-199	1×10^2	1×10^6
金-200	1×10^2	1×10^5
金-200m	1×10^1	1×10^6
金-201	1×10^2	1×10^6
汞-193	1×10^2	1×10^6
汞-193m	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
汞-194 ^b	1×10^1	1×10^6
汞-195	1×10^2	1×10^6
汞-195m ^b	1×10^2	1×10^6
汞-197	1×10^2	1×10^7
汞-197m	1×10^2	1×10^6
汞-199m	1×10^2	1×10^6
汞-203	1×10^2	1×10^5
铊-194	1×10^1	1×10^6
铊-194m	1×10^1	1×10^6
铊-195	1×10^1	1×10^6
铊-197	1×10^2	1×10^6
铊-198	1×10^1	1×10^6
铊-198m	1×10^1	1×10^6
铊-199	1×10^2	1×10^6
铊-200	1×10^1	1×10^6
铊-201	1×10^2	1×10^6
铊-202	1×10^2	1×10^6
铊-204	1×10^4	1×10^4

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铅-195m	1×10^1	1×10^6
铅-198	1×10^2	1×10^6
铅-199	1×10^1	1×10^6
铅-200	1×10^2	1×10^6
铅-201	1×10^1	1×10^6
铅-202	1×10^3	1×10^6
铅-202m	1×10^1	1×10^6
铅-203	1×10^2	1×10^6
铅-205	1×10^4	1×10^7
铅-209	1×10^5	1×10^6
铅-210 ^b	1×10^1	1×10^4
铅-211	1×10^2	1×10^6
铅-212 ^b	1×10^1	1×10^5
铅-214	1×10^2	1×10^6
铋-200	1×10^1	1×10^6
铋-201	1×10^1	1×10^6
铋-202	1×10^1	1×10^6
铋-203	1×10^1	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铋-205	1×10^1	1×10^6
铋-206	1×10^1	1×10^5
铋-207	1×10^1	1×10^6
铋-210	1×10^3	1×10^6
铋-210m ^b	1×10^1	1×10^5
铋-212 ^b	1×10^1	1×10^5
铋-213	1×10^2	1×10^6
铋-214	1×10^1	1×10^5
钋-203	1×10^1	1×10^6
钋-205	1×10^1	1×10^6
钋-206	1×10^1	1×10^6
钋-207	1×10^1	1×10^6
钋-208	1×10^1	1×10^4
钋-209	1×10^1	1×10^4
钋-210	1×10^1	1×10^4
铊-207	1×10^1	1×10^6
铊-211	1×10^3	1×10^7
钒-222	1×10^3	1×10^5

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-223	1×10^2	1×10^6
氦-220 ^b	1×10^4	1×10^7
氦-222 ^b	1×10^1	1×10^8
镭-223 ^b	1×10^2	1×10^5
镭-224 ^b	1×10^1	1×10^5
镭-225	1×10^2	1×10^5
镭-226 ^b	1×10^1	1×10^4
镭-227	1×10^2	1×10^6
镭-228 ^b	1×10^1	1×10^5
锕-224	1×10^2	1×10^6
锕-225 ^b	1×10^1	1×10^4
锕-226	1×10^2	1×10^5
锕-227 ^b	1×10^{-1}	1×10^3
锕-228	1×10^1	1×10^6
钍-226 ^b	1×10^3	1×10^7
钍-227	1×10^1	1×10^4
钍-228 ^b	1×10^0	1×10^4
钍-229 ^b	1×10^0	1×10^3

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钍-230	1×10^0	1×10^4
钍-231	1×10^3	1×10^7
钍-232	1×10^1	1×10^4
钍-234 ^b	1×10^3	1×10^5
镤-227	1×10^1	1×10^6
镤-228	1×10^1	1×10^6
镤-230	1×10^1	1×10^6
镤-231	1×10^0	1×10^3
镤-232	1×10^1	1×10^6
镤-233	1×10^2	1×10^7
镤-234	1×10^1	1×10^6
铀-230 ^b	1×10^1	1×10^5
铀-231	1×10^2	1×10^7
铀-232 ^b	1×10^0	1×10^3
铀-233	1×10^1	1×10^4
铀-234	1×10^1	1×10^4
铀-235 ^b	1×10^1	1×10^4
铀-236	1×10^1	1×10^4

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
铀-237	1×10^2	1×10^6
铀-238 ^b	1×10^1	1×10^4
铀-239	1×10^2	1×10^6
铀-240	1×10^3	1×10^7
铀-240 ^b	1×10^1	1×10^6
镭-232	1×10^1	1×10^6
镭-233	1×10^2	1×10^7
镭-234	1×10^1	1×10^6
镭-235	1×10^3	1×10^7
镭-236	1×10^2	1×10^5
镭-236m	1×10^3	1×10^7
镭-237 ^b	1×10^0	1×10^3
镭-238	1×10^2	1×10^6
镭-239	1×10^2	1×10^7
镭-240	1×10^1	1×10^6
钍-234	1×10^2	1×10^7
钍-235	1×10^2	1×10^7
钍-236	1×10^1	1×10^4

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钷-237	1×10^3	1×10^7
钷-238	1×10^0	1×10^4
钷-239	1×10^0	1×10^4
钷-240	1×10^0	1×10^3
钷-241	1×10^2	1×10^5
钷-242	1×10^0	1×10^4
钷-243	1×10^3	1×10^7
钷-244	1×10^0	1×10^4
钷-245	1×10^2	1×10^6
钷-246	1×10^2	1×10^6
镅-237	1×10^2	1×10^6
镅-238	1×10^1	1×10^6
镅-239	1×10^2	1×10^6
镅-240	1×10^1	1×10^6
镅-241	1×10^0	1×10^4
镅-242	1×10^3	1×10^6
镅-242m ^b	1×10^0	1×10^4
镅-243 ^b	1×10^0	1×10^3

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镅-244	1×10^1	1×10^6
镅-244m	1×10^4	1×10^7
镅-245	1×10^3	1×10^6
镅-246	1×10^1	1×10^5
镅-246m	1×10^1	1×10^6
镅-238	1×10^2	1×10^7
镅-240	1×10^2	1×10^5
镅-241	1×10^2	1×10^6
镅-242	1×10^2	1×10^5
镅-243	1×10^0	1×10^4
镅-244	1×10^1	1×10^4
镅-245	1×10^0	1×10^3
镅-246	1×10^0	1×10^3
镅-247	1×10^0	1×10^4
镅-248	1×10^0	1×10^3
镅-249	1×10^3	1×10^6
镅-250	1×10^{-1}	1×10^3
镅-245	1×10^2	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
镅-246	1×10^1	1×10^6
镅-247	1×10^0	1×10^4
镅-249	1×10^3	1×10^6
镅-250	1×10^1	1×10^6
镅-244	1×10^4	1×10^7
镅-246	1×10^3	1×10^6
镅-248	1×10^1	1×10^4
镅-249	1×10^0	1×10^3
镅-250	1×10^1	1×10^4
镅-251	1×10^0	1×10^3
镅-252	1×10^1	1×10^4
镅-253	1×10^2	1×10^5
镅-254	1×10^0	1×10^3
镅-250	1×10^2	1×10^6
镅-251	1×10^2	1×10^7
镅-253	1×10^2	1×10^5
镅-254	1×10^1	1×10^4
镅-254m	1×10^2	1×10^6

表 2. 无需进一步考虑的适量的材料的豁免水平：豁免活度浓度和豁免活度（续）

（转载 GSR Part 3[1]表 I.1）

放射性核素 ^a	活度浓度（贝可/克）	活度（贝可）
钚-252	1×10^3	1×10^6
钚-253	1×10^2	1×10^6
钚-254	1×10^4	1×10^7
钚-255	1×10^3	1×10^6
钚-257	1×10^1	1×10^5
钷-257	1×10^2	1×10^7
钷-258	1×10^2	1×10^5

^a m 和 m' 表示放射性核素的次稳态。次稳态 m' 的能量高于次稳态 m。
^b 此处列出了在剂量计算中考虑剂量贡献的父代放射性核素及其子代（因此只需要考虑父代放射性核素的豁免水平）如下：

锆-68	镓-68
铷-83	氦-83m
锶-82	铷-82
锶-90	钇-90
钇-87	锶-87m
锆-93	铌-93m
锆-97	铌-97
钇-106	铯-106
银-108m	银-108
锡-121m	锡-121 (0.776)
锡-126	铟-126m
氙-122	碘-122
铯-137	钡-137m
钡-140	镧-140
铈-134	镧-134
铈-144	镨-144
钐-146	钐-146
钐-172	钐-172
钐-178	钐-178

钨-188	铼-188
铈-189	铈-189m (0.241)
铈-189	铈-189m
铂-188	铈-188
汞-194	金-194
汞-195m	汞-195 (0.542)
铅-210	铋-210、钋-210
铅-212	铋-212、铊-208(0.36)、钋-212 (0.64)、铋-210m、铊-206
铋-212	铊-208 (0.36)、钋-212 (0.64)
氡-220	钋-216
氡-222	钋-218、铅-214、铋-214、钋-214
镭-223	氡-219、钋-215、铅-211、铋-211、铊-207
镭-224	氡-220、钋-216、铅-212、铋-212、铊-208(0.36)、钋-212(0.64)
镭-226	氡-222、钋-218、铅-214、铋-214、钋-214、铅-210、铋-210、钋-210、镭-228、锕-228
锕-225	钫-221、碲-217、铋-213、钋-213(0.978)、铊-209 (0.0216)、铅-209 (0.978)
锕-227	钫-223 (0.0138)
钍-226	镭-222、氡-218、钋-214
钍-228	镭-224、氡-220、钋-216、铅-212、铋-212、铊-208(0.36)、钋-212 (0.64)
钍-229	镭-225、锕-225、钫-221、碲-217、铋-213、钋-213、铅-209
钍-234	镤-234m
铀-230	钍-226、镭-222、氡-218、钋-214
铀-232	钍-228、镭-224、氡-220、钋-216、铅-212、铋-212、铊-208 (0.36)、钋-212 (0.64)
铀-235	钍-231
铀-238	钍-234、镤-234m
铀-240	镎-240m
镎-237	镤-233
镅-242m	镅-242
镅-243	镎-239

注：本表所列豁免值（活度浓度）为根据涉及适量的材料的假想方案计算：“计算值适用于涉及小规模活动使用的实践，其中所涉及的数量最多为一吨”（见参考文献[13]）。监管机构需要确定本表中浓度值可能适用的量，同时要记住，对于许多放射性核素，特别是 GSR Part 3[1]表 I.2 没有给出相应值的放射性核素，对量的限值没有意义。本表中列出的豁免水平以及 GSR Part 3[1]表 I.2 列出的豁免和解控水平须考虑以下因素：(a) 它们是使用保守模式得出的，该模式分别基于 (i) GSR Part 3[1]第 I.2 段和第 I.11 段的标准；以及 (ii) 一系列使用和处置的限值（边界）假想方案（本表见参考文献[13、12]，GSR Part 3[1]表 I.2 见参考文献[4]）；(b) 如存在一种以上的放射性核素，则混合物的推导豁免水平或衍生解控水平按 GSR Part 3[1]第 I.7 段和第 I.14 段规定确定。

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度
(转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平)

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
氢-3	100
铍-7	10
碳-14	1
氟-18	10
钠-22	0.1
钠-24	1
硅-31	1 000
磷-32	1 000
磷-33	1 000
硫-35	100
氯-36	1
氯-38	10
钾-42	100
钾-43	10
钙-45	100
钙-47	10
钷-46	0.1
钷-47	100

脚注见第 90 页。

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钐-48	1
钐-48	1
铬-51	100
锰-51	10
锰-52	1
锰-52m	10
锰-53	100
锰-54	0.1
锰-56	10
铁-52 ^a	10
铁-55	1 000
铁-59	1
钴-55	10
钴-56	0.1
钴-57	1
钴-58	1
钴-58m	10 000
钴-60	0.1
钴-60m	1 000

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钴-61	100
钴-62m	10
镍-59	100
镍-63	100
镍-65	10
铜-64	100
锌-65	0.1
锌-69	1 000
锌-69m ^a	10
镓-72	10
锆-71	10 000
砷-73	1 000
砷-74	10
砷-76	10
砷-77	1 000
硒-75	1
溴-82	1
铷-86	100
铟-85	1

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
锶-85m	100
锶-87m	100
锶-89	1 000
锶-90 ^a	1
锶-91 ^a	10
锶-92	10
钇-90	1 000
钇-91	100
钇-91m	100
钇-92	100
钇-93	100
锆-93	10
锆-95 ^a	1
锆-97 ^a	10
铌-93m	10
铌-94	0.1
铌-95	1
铌-97 ^a	10
铌-98	10

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钚-90	10
钚-93	10
钚-99 ^a	10
钚-101 ^a	10
镅-96	1
镅-96m	1 000
镅-97	10
镅-97m	100
镅-99	1
镅-99m	100
钐-97	10
钐-103 ^a	1
钐-105 ^a	10
钐-106 ^a	0.1
铈-103m	10 000
铈-105	100
钷-103 ^a	1 000
钷-109 ^a	100
银-105	1

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
银-110m ^a	0.1
银-111	100
镉-109 ^a	1
镉-115 ^a	10
镉-115m ^a	100
铟-111	10
铟-113m	100
铟-114m ^a	10
铟-115m	100
锡-113 ^a	1
锡-125	10
铈-122	10
铈-124	1
铈-125 ^a	0.1
铈-123m	1
铈-125m	1 000
铈-127	1 000
铈-127m ^a	10
铈-129	100

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
铊-129m ^a	10
铊-131	100
铊-131m ^a	10
铊-132 ^a	1
铊-133	10
铊-133m	10
铊-134	10
碘-123	100
碘-125	100
碘-126	10
碘-129	0.01
碘-130	10
碘-131	10
碘-132	10
碘-133	10
碘-134	10
碘-135	10
铯-129	10
铯-131	1 000

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
铯-132	10
铯-134	0.1
铯-134m	1 000
铯-135	100
铯-136	1
铯-137 ^a	0.1
铯-138	10
钡-131	10
钡-140	1
镧-140	1
铈-139	1
铈-141	100
铈-143	10
铈-144 ^a	10
镨-142	100
镨-143	1 000
钆-147	100
钆-149	100
铽-147	1 000

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钷-149	1 000
钷-151	1 000
钷-153	100
钷-152	0.1
钷-152m	100
钷-154	0.1
钷-155	1
钷-153	10
钷-159	100
铽-160	1
铽-165	1 000
铽-166	100
铽-166	100
铽-169	1 000
铽-171	100
铽-170	100
铽-171	1 000
铽-175	100
铽-177	100

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钍-181	1
钽-182	0.1
钨-181	10
钨-185	1 000
钨-187	10
铼-186	1 000
铼-188	100
铱-185	1
铱-191	100
铱-191m	1 000
铱-193	100
铪-190	1
铪-192	1
铪-194	100
铂-191	10
铂-193m	1 000
铂-197	1 000
铂-197m	100
金-198	10

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
（转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
金-199	100
汞-197	100
汞-197m	100
汞-203	10
铊-200	10
铊-201	100
铊-202	10
铊-204	1
铅-203	10
铋-206	1
铋-207	0.1
钋-203	10
钋-205	10
钋-207	10
镅-211	1 000
镅-225	10
镅-227	100
钷-226	1 000
钷-229	0.1

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
镤-230	10
镤-233	10
铀-230	10
铀-231	100
铀-232 ^a	0.1
铀-233	1
铀-236	10
铀-237	100
铀-239	100
铀-240 ^a	100
镎-237 ^a	1
镎-239	100
镎-240	10
钚-234	100
钚-235	100
钚-236	1
钚-237	100
钚-238	0.1
钚-239	0.1

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
钷-240	0.1
钷-241	10
钷-242	0.1
钷-243	1 000
钷-244 ^a	0.1
铈-241	0.1
铈-242	1 000
铈-242m ^a	0.1
铈-243 ^a	0.1
镧-242	10
镧-243	1
镧-244	1
镧-245	0.1
镧-246	0.1
镧-247 ^a	0.1
镧-248	0.1
铈-249	100
铈-246	1 000
铈-248	1

表 3. 无需进一步考虑的固态材料的批量的豁免水平：人工来源放射性核素活度浓度（续）
 （转载 GSR Part 3[1]表 I.2 豁免水平）

放射性核素	活度浓度（贝可/克）
镭-249	0.1
镭-250	1
镭-251	0.1
镭-252	1
镭-253	100
镭-254	1
镭-253	100
镭-254 ^a	0.1
镭-254m ^a	10
钍-254	10 000
钍-255	100

^a 以下列出了父代放射性核素及其子代，其剂量贡献在剂量计算中被考虑在内（因此只需考虑父代放射性核素的豁免水平）：

铁-52	锰-52m
锌-69m	锌-69
锶-90	钇-90
锶-91	钇-91m
锆-95	铌-95
锆-97	铌-97m、铌-97
铌-97	铌-97m
钼-99	锝-99m
钼-101	锝-101
钌-103	铑-103m
钌-105	铑-105m
钌-106	铑-106
钨-103	铑-103m

钋-109	银-109m
银-110m	银-110
镅-109	银-109m
镅-115	铟-115m
镅-115m	铟-115m
铟-114m	铟-114
锡-113	铟-113m
铈-125	碲-125m
碲-127m	碲-127
碲-129m	碲-129
碲-131m	碲-131
碲-132	碘-132
铯-137	钡-137m
铈-144	镨-144、镨-144m
铀-232	钍-228、镭-224、氡-220、钋-216、铅-212、铋-212、铊-208
铀-240	镎-240m、镎-240
镎-237	镤-233
钚-244	铀-240、镎-240m、镎-240
镅-242m	镎-238
镅-243	镎-239
镅-247	钚-243
镭-254	镤-250
镭-254m	镤-254

注： GSR Part 3[1]表 I.1 所列的豁免水平，以及本表中列出的解控水平取决于以下因素：(a) 它们是使用保守模式得出的，该模式分别基于 (i) GSR Part 3[1]第 I.2 段和第 I.11 段的标准；以及 (ii) 一系列使用和处置限值（边界）假想方案（对于 GSR Part 3[1]表 I.1，见参考文献[13、12]，对于本表，见参考文献[4]）；(b) 如存在一种以上的放射性核素，则混合物的推导豁免水平或衍生解控水平按 GSR Part 3[1]第 I.7 段和第 I.14 段规定确定。

附录 II

豁免水平符合性的核实

II.1. 对于任何被豁免的实践或实践中源，监控应当被视为证明符合相关豁免标准的一种手段。

II.2. GSR Part 3[1]表 I.1 和表 I.2 的一般豁免水平基于放射性核素均匀分布在材料中的假设，因此，在证明这些水平符合性时，监控应当考虑到平均值和代表性。确定活度或活度浓度代表值的平均程序应当是核实过程中每一个步骤的组成部分，这些程序应当根据被评价材料的类型、性质和数量以及统计代表性来选择。还应当考虑局部区域活度浓度的可能性（另见 GSG-18[5]第 4.34—4.37 段）。

II.3. 符合豁免标准的核实应当基于一个程序，该程序可能包括对材料、源或设备进行直接测量和/或对代表性材料样品进行实验室测量。核实还应当酌情包括使用适当得出的放射性核素关系，如长期或瞬态平衡条件，以及材料和/或样品的充分可追溯性。

II.4. 应当采用分级方法监控源和材料，以核实是否符合豁免标准。这种方法应当考虑到材料的体积、复杂性和同质性，放射性核素的类型，活度水平或活度浓度和统计代表性。

II.5. 应当建立一个明确分配责任和充足资源的组织机构，以计划和进行监控，及时有效地核实符合豁免标准的情况。将予考虑的相应管理安排包括以下各项：

- (a) 包括财力和人力在内的必要资源清单和监控设备；
- (b) 制定质量管理计划；
- (c) 为人员（酌情包括承包人）确定资格、专门知识和培训方面的条件。

II.6. 应当特定说明以下内容，以协助核实是否符合豁免标准：

- (a) 证明符合所需的样品数量；
- (b) 证明符合所需的测量次数（以及适当情况下的测量位置）；
- (c) 处理放射性核素混合物和确定相关因素的方法（见第 II.16 段）；

(d) 处理不确定性和探测限值的方法。

最佳测量策略以核实符合豁免水平的选择

II.7. 应当根据分级方法制定监控符合豁免标准情况的最佳策略，同时考虑到源或材料的特征、监控成本和适当方法的选择等因素。在决定测量策略时，应当考虑以下步骤：

- (a) 通过对材料进行分组和对样品进行聚合来优化样品数量。这应当尽可能统一地进行，一组样品代表将要作出豁免决定的材料；
- (b) 定量评定放射性核素混合物，同时考虑到相关材料历史的信息。

II.8. 最佳监控策略还包括选择最合适的测量方法、使用经过适当校准的设备以及在测量前对样品进行任何必要的预处理。

II.9. 使用基于统计的方法，考虑到材料中放射性核素的均匀程度和用于测量设备的特征，可以大大降低监控成本。很可能达到豁免水平的材料可以使用简化的监控计划进行评价，而可能接近或超过这些水平的材料可能需要更广泛的监控[18]。申请决定简化的监控计划应当基于对材料中放射性核素含量的可靠估计。

II.10. 为核实豁免水平的符合性情况，应当确保下列各项：

- (a) 适当收集样品，样品具有代表性和可追踪性；
- (b) 采用正确的测量和分析方法；
- (c) 测量结果具有必要的准确度和精确度；
- (d) 将测量结果分配给适当的材料、源或设备[19]。

核实符合豁免水平质量管理

II.11. 质量管理是豁免材料监管的决策过程中不可或缺的一部分。结果质量保证确保并证明已达到既定标准，并为监控策略、使用的技术和设备、取样和测量方法以及结果的分析和解释提供信心。质量管理的实施应当符合与监控计划的范围和复杂性相称的分级方法。参考文献[18、20]提供了质量管理计划的更多细节。

核实豁免水平符合性监控技术的选择

II.12. 监控技术包括监控设备和描述设备以直接或间接方式使用的相应协议。对于直接方法，设备用于直接对材料、源或设备进行测量，对于间接方法，测量是在次级介质上进行的，如抹布或从材料中提取的样品。

II.13. 一般来说，有三种技术可用于监控目的：表面扫描、体积测量或收集代表性样品，随后在实验室进行分析。前两种技术成本相对较低，在放射性核素的组成是已知的，关键的放射性核素很容易测量。第三种技术通常更昂贵，但通常是分析含有复杂放射性核素混合物材料的更精确方法。

II.14. 在可行的情况下，应当直接扫描材料，以确定哪些部分材料明显高于或低于豁免水平。对于无法通过直接测量确认的放射性核素，应当采用代表性取样来确定材料表征。因此，监控策略可以包含一种以上的技术[18]。

II.15. 典型的放射分析实验室通常会配备以下部分或全部仪器仪表[19]：用于 α 和 β 计数的气体比例探测器，闪烁计数器（如 NaI、LaBr）或高纯度锗 γ 光谱仪，用于对放射 γ 的放射性核素进行定性和定量分析，低能 γ 或 X 射线探测器，用于 α 光谱测量的固体探测器，用于测量 α 和 β 发射放射性核素的液体闪烁计数器和质谱仪。更多信息见参考文献[20]。

II.16. 对于含有放射性核素混合物的材料，相关系数中可以有关于放射性核素比率的信息。相关因子有助于估计不容易检测到的放射性核素的活度浓度，如包括氚、镍-63 和碳-14 在内的低能 β 发射体。对这种放射性核素的监控通常涉及实验室测量和/或放射化学。

II.17. 在选择测量设备时，应当考虑符合豁免标准（如活度浓度）与设备性能和材料特征的关系。这将取决于放射性核素和发射的辐射、放射性核素在材料或物项内的分布（整个体积或表面）以及是否可以使用相关系数。参考文献[18、20]提供了关于材料表面活度和活度监控的更详细信息。

豁免水平符合性核实中的监控挑战

不确定性

II.18. 每个测量结果都应当包括对其总体不确定性的估计，这是基于对不确定性源的完整评定。需要进行适当的不确定性评价，以证明符合豁免标准。在作出豁免决定之前，应当酌情考虑下列不确定因素：

- (a) 与取样相关的不确定性；
- (b) 与计数、测量和校准相关的统计不确定性；
- (c) 与本底辐射变化相关的不确定性；
- (d) 与分析方法相关的不确定性；
- (e) 与材料特征相关的不确定性（如体积或质量、均匀性、放射性核素混合物）；
- (f) 与放射性核素间相关因素相关的不确定性。

更多信息见参考文献[20、21]。

取样

II.19. 如果关于豁免的决定是基于对材料样品的活度浓度测量，则应当处理若干问题，以确保测量为决定提供必要的信息，例如：

- (a) 取样位置：取样应当涵盖预期放射性核素集中的区域，同时仍确保结果具有豁免目的的代表性；
- (b) 样品数量：增加样品数量可以更好地估计材料中活度浓度的中值和标准偏差。所选统计试验所需的最小样品数取决于试验类型、活度浓度的中值和标准偏差以及要达到的置信区间；
- (c) 样品大小：最小样品大小应当根据将要使用的分析方法推断，目的是确保检测限值远低于豁免水平（见第 II.20 段）。

检测限值

II.20. 应当确保核实豁免的监控技术的检测限值远低于相应的豁免水平，例如在活度、活度浓度或剂量率方面。放射性监控中检测限值概念的详细描

述见参考文献[22]。参考文献[19]提供了检测限值的实际推导，表明了感兴趣的参数。

α 发射体、 β 发射体和低能 γ 发射体的测量

II.21. α 发射体、 β 发射体和低能 γ 发射体的测量受到自吸收的影响，这可能导致达到豁免水平的错误结论。在预期自吸收显著的情况下，应当使用基于放射化学分离的测量技术来确定材料中的活度浓度。

放射性核素的不均匀性

II.22. 如果放射性核素在一种材料中的存在是不均匀的，从一次测量或样品中确定该材料的放射性浓度将产生很大的不确定性。这些不确定性可以通过在监控或取样前混合材料以及进行大量测量或采集大量样品来减少。应当记录用于识别和缓解不均匀性影响的程序。

II.23. 如第 II.2 段所述，平均程序应当是核实流程的一个组成部分。如果不均匀性发生在大于平均质量、体积或面积的尺度上，可以相对准确地计算平均浓度，但应当注意确保充分识别这些大尺度变化。

设备校准

II.24. 用于豁免水平符合性核实的设备应当在明确定义和控制的条件下进行校准。然而，实际监控过程中的条件（如温度、压力、湿度）可能与校准条件不同。应当识别任何此类差异，并在适当的情况下纠正测量结果。参考文献[23—26]提供了各种监控设备校准的信息。

本底活度贡献

II.25. 在解释测量以豁免水平符合性的核实时，应当考虑本底辐射的贡献。为了减去代表性本底，人工放射性核素的水平通常可以忽略不计，除非该材料来自受放射性污染的场址，而且在任何情况下，通常相对容易确定。对于天然来源放射性核素，即使在特定场址，本地本底也可能有很大差异，因此，应当注意确保任何本底减法都具有代表性，更多信息见参考文献[18]。

具有其他危害特性的放射性物质

II.26. 对于具有放射性和其他危害特性的物质（如受放射性污染的石棉），核实是否符合放射性豁免标准可能不足以完全豁免监管控制。可能有必要让其他监管组织参与进来，而不仅仅是那些与辐射安全相关的组织。

参 考 文 献

- [1] 欧洲委员会、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、联合国环境规划署、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《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号,国际原子能机构,维也纳(2014 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 (Rev.1) 号,国际原子能机构,维也纳(2016 年)。
- [3] 国际原子能机构《核安全与安保术语:用于核安全、核安保、辐射防护、应急准备与响应》(2022 年暂定版),国际原子能机构,维也纳(2022 年)。
- [4] 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)。
- [5] 国际原子能机构,经济合作与发展组织核能机构,《解控概念的应用》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-18 号,国际原子能机构,维也纳(2023 年)。
- [6] 国际原子能机构、经济合作与发展组织核能机构,《商品贸易中的辐射安全》,国际原子能机构,维也纳(准备中)。
- [7] 国际原子能机构、经济合作与发展组织核能机构,《消费品辐射安全》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-36 号,国际原子能机构,维也纳(2016 年)。
- [8] 国际原子能机构《包括非医学人体成像在内实践的正当性》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-5 号,国际原子能机构,维也纳(2014 年)。
- [9] 国际原子能机构《核安全监管机构的职能和程序》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-13 号,国际原子能机构,维也纳(2018 年)。

- [10] 国际原子能机构《放射性物质安全运输条例》(2018 年版), 国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6 (Rev.1) 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2018 年)。
- [11] 国际放射防护委员会《放射防护控制措施的范围》, 国际放射防护委员会第 104 号出版物, 爱思唯尔, 牛津 (2007 年)。
- [12] 国家辐射防护委员会《欧洲基本安全标准指令之外的放射性核素豁免浓度和数量》, 国家辐射防护和测量委员会第 306 号报告, 国家辐射防护委员会, 奇尔顿 (1999 年)。
- [13] 欧洲委员会《确定低于欧洲指令报告中未作要求浓度和数量 (豁免值) 的原则和方法》, 《辐射防护》第 65 号, 欧洲共同体官方出版物办公室, 卢森堡 (1993 年)。
- [14] 欧洲委员会《根据 1996 年 5 月 13 日欧洲原子能共同体第 96/29/号理事会令第 3 章, 评估豁免和解控概念在欧盟成员国的应用》, 《辐射防护》第 134 号, 欧洲共同体官方出版物办公室, 卢森堡 (2003 年)。
- [15] 国际原子能机构、世界卫生组织,《保护公众免受氡和其他天然辐射源所致室内照射》, 国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-32 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2015 年)。
- [16] 国际原子能机构, 食品和农业联合组织/国际原子能署食品和农业核技术司, 世界卫生组织,《食品和饮用水放射性核素活度浓度标准》, 国际原子能机构《技术文件》第 1788 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2016 年)。
- [17] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际民用航空组织、国际劳工组织、国际海事组织、国际刑警组织、经济合作与发展组织核能机构、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织、世界气象组织,《终止核或辐射应急的安排》, 国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-11 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2018 年)。
- [18] 国际原子能机构《监控符合豁免和解控水平》,《安全报告丛书》第 67 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2012 年)。
- [19] 国际原子能机构《源和环境辐射监控计划和系统》,《安全报告丛书》第 64 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2010 年)。

- [20] 美国核管制委员会《多机构放射实验室分析协议手册》，第 NUREG-1576 号报告，初始报告，核管制委员会，华盛顿特区（2004 年）。
- [21] 国际标准化组织《测量的不确定性 — 第 3 部分：测量不确定性表示指南（GUM:1995）》（ISO/IEC 指南 98-3:2008），国际标准化组织，日内瓦（2008 年）。
- [22] 国际标准化组织《电离辐射测量特征限值（判定阈值、检测限值和覆盖区间限值）的确定 — 基本原理和应用》，ISO 11929 — 第 1 部分：基本应用（2019 年），第 2 部分：高级应用（2019 年），第 3 部分：展开方法的应用（2019 年），第 4 部分：应用指南（2022 年），国际标准化组织，日内瓦。
- [23] 国际原子能机构《辐射防护监控仪器仪表的校准》，《安全报告丛书》第 16 号，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。
- [24] 国际标准化组织《放射性测量 — 表面污染的测量和评价，ISO 7503 — 第 1 部分：总则（2016 年），第 2 部分：使用擦拭试验样品的试验方法（2016 年）；第 3 部分：仪器仪表校准（2016 年），国际标准化组织，日内瓦。
- [25] 国际标准化组织、国际电工委员会，《试验和校准实验室能力的一般要求》（ISO/IEC 17025:2017），国际标准化组织，日内瓦（2017 年）。
- [26] 国际标准化组织《放射性废物 γ 光谱测量导则》（ISO 19017:2015），国际标准化组织，日内瓦（2015 年）。

附件 I

确定含有一种以上放射性核素材料的豁免的示例

I-1. 以下两个示例表明,当涉及一种以上的放射性核素时,如何确定豁免标准。

例 1

I-2. 该示例适用于 10 千克含有 5×10^4 贝可钷-241 和 9×10^3 贝可镅-241 的液态材料。

I-3. 适量的材料一般豁免水平在 GSR Part 3[I-1]表 I.1 规定,活度和活度浓度的加权求和规则得出如下结果:

(a) 方法 1 (见第 4.23 段的解释和公式):

(i) 活度:

$$\text{— } f(\text{钷-241}) = 5 \times 10^4 / (5 \times 10^4 + 9 \times 10^3) = 0.85。$$

$$\text{— } f(\text{镅-241}) = 9 \times 10^3 / (5 \times 10^4 + 9 \times 10^3) = 0.15。$$

— 因此,混合物的推导豁免水平,

$$X_m = 1 / ((0.85 / 1 \times 10^5) + (0.15 / 1 \times 10^4)) = 4.2 \times 10^4 \text{ 贝可。}$$

— 总活度为 $5 \times 10^4 + 9 \times 10^3 = 5.9 \times 10^4$ 贝可。这超过了 4.2×10^4 贝可,因此,超过了豁免水平。

(ii) 活度浓度:

$$\text{— } f(\text{钷-241}) = 5 / (5 + 0.9) = 0.85。$$

$$\text{— } f(\text{镅-241}) = 0.9 / (5 + 0.9) = 0.15。$$

— 因此,混合物的推导豁免水平,

$$X_m = 1 / ((0.85 / 1 \times 10^2) + (0.15 / 1 \times 100)) = 6.2 \text{ 贝可/克。}$$

— 总活度浓度为 $5 + 0.9 = 5.9$ 贝可/克,这不超过 6.2 贝可/克,因此,不超过豁免水平。

(b) 方法 2（见第 4.24 段的解释和公式）：

- (i) 活度： $5 \times 10^4 / 1 \times 10^5 + 9 \times 10^3 / 1 \times 10^4 = 0.5 + 0.9 = 1.4$ 。这超过了 1，因此，超过了豁免水平。
- (ii) 活度浓度： $5 / 1 \times 10^2 + 0.9 / 1 \times 100 = 0.05 + 0.9 = 0.9$ 。这不超过 1，因此，不超过豁免水平。

在任一方法中，满足两个豁免标准之一（即总活度和活度浓度），因此，该材料无需进一步考虑即可豁免（即符合一般豁免条件）。

例 2

I-4. 该实施例针对含有活度浓度为 0.9 贝可/克的碲-132 和活度浓度为 0.9 贝可/克的碘-132 的批量的固态材料。

I-5. 对于批量的固态材料，GSR Part 3[I-1]表 I.2 规定了豁免水平：

- (a) 碘-132 是碲-132 的后代，如 GSR Part 3[I-1]表 I.2 脚注 a 所示，不需要单独考虑。因此，只需考虑父代核素碲-132 的活度浓度；
- (b) 0.9 贝可/克的活度浓度不超过 GSR Part 3[I-1]表 I.2 碲-132 的相应豁免水平 1 贝可/克。因此，该材料无需进一步考虑即可豁免（即符合一般豁免条件）。

附件 I 参考文献

[I-1] 欧洲委员会、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、联合国环境规划署、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《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

附件 II

表面污染物项剂量学模式的示例

II-1. 本附件简要介绍了几种剂量学模式，可用于评价因使用、直接装卸、加工或机械加工表面污染物项而产生的有效剂量。

欧洲委员会剂量模式

II-2. 参考文献[II-1]是一份技术文件，描述了欧盟委员会（第 31 条，专家组）建议的表面污染解控水平推导的剂量学模式、照射假想方案和参数，并发表于参考文献[II-2]。尽管该方法用于选择拆除核设施所产生的金属（如设备、工具、废料）上残留表面污染的解控水平，但也可更普遍地用于得出与表面污染相关的有效剂量，包括对其他固体、非金属物体或物项的污染。

II-3. 该方法评价了在两种照射假想方案下，人员因总表面污染（固定和可去除）而产生的有效剂量：已解控废料的处理（运输、自动和人工处理）和已解控物项的再使用。第一种假想方案考虑已清理废料的运输、装卸和分类，以及自动或手动加工和机械加工，如压制、切碎、碾磨和分割（如热处理、锯切、研磨）。第二种假想方案考虑了继续重复使用经批准设施解控的设备所产生的照射，包括因清洁、打磨或报废（热分割）该设备而吸入放射性核素所产生的照射。

II-4. 参考文献[II-1]照射假想方案被构造成使得在每个保守定义的子假想方案中仅考虑主要照射途径。这意味着相应的年有效剂量贡献被单独考虑，而不是相加得出总有效剂量（与表面污染的其他剂量学模式相反）。因此，最大剂量贡献（来自所有子假想方案）决定了表面污染解控水平的限值。所考虑的照射途径是来自 β 发射体的皮肤剂量、外部有效剂量来自 γ 发射体的剂量、来自意外摄入的承诺有效剂量和来自吸入的承诺有效剂量。

原子能机构协调研究项目剂量模式

II-5. 2001 年，原子能机构启动了一个协调研究项目，以评审原子能机构运输条例（现作为原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6（Rev.1）号《放

射性物质安全运输条例》(2018 年版) [II-3]) 规定的可去除表面污染限值的科学依据。这些限值基于一个简单的剂量模式 (见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-26 (Rev.1) 号《原子能机构<放射性物质安全运输条例> (2018 年版) 咨询材料》 [II-4] 第 508.1 段和第 508.2 段)。该项目的调查结果和结论发表在参考文献 [II-5]。该项目的任务还包括“根据最新的研究和技术发展以及当前的运输实践, 制定评价表面污染对工作人员和公众的放射性意义指导材料”。

II-6. 参考文献 [II-5] 模式, 评价运输工作人员在处理各类表面受污染货包¹ 时产生的职业剂量, 以及公众在运输操作过程中可能受到的剂量。该模式计算了每单位非固定表面污染的年总有效剂量 (微希沃特/年每贝可/平方厘米), 其中包括皮肤污染 (污染转移)、货包表面的外部照射、吸入再悬浮的活化和摄入转移到手上的活度 (间接, 手口摄入)。模式评价被认为是保守的。此后, 该模式得到了修改和扩展, 以便在运输领域之外进一步使用 [II-6—II-8]。

通过 OGINO 和 HATTORI 剂量学模式

II-7. Ogino 和 Hattori 的模式 [II-8] 基于原子能机构初始为运输安全开发的模式 [II-6]。通过将表面污染物体分为具有独立平坦区域 (平方米) 的三大类, 进一步发展了该模式: 人工装卸的物体 (0.1 平方米), 近距离装卸的物体 (1 平方米) 和远程装卸的物体 (10 平方米)。两种情况是考虑: 在现实假想方案中, 假设表面污染分布在每个物体中心表面积的十分之一上, 在低概率情况下, 物体的整个表面都被污染了。还使用概率计算检验了与照射假想方案相关的不确定性影响 [II-9]。

RIVM-SUDOQU 剂量学模式

II-8. RIVM-SUDOQU 模式 [II-6、II-7] 旨在评定与室内和室外环境中装卸和使用表面污染的零售产品、物项和物体相关的假想方案中的公众照射和职业照射。由于消费者可能全年使用同一种产品, 剂量学模式明确考虑了通过再悬浮和磨损去除活度。因此, 表面污染水平变得依赖于时间, 通过产品

¹ 用于运输放射性物质的货包。然而, 只计算这些货包外部表面污染的照射量。

使用和放射性衰变而降低。这种时间依赖性通过使用质量平衡公式被纳入 RIVM-SUDOQU 模式。该模式根据可去除、固定和总污染水平的主要照射途径（即外部照射、吸入、摄入和皮肤污染），评价每单位表面污染的所有照射途径的年度总个人有效剂量（微希沃特/年每贝可/平方厘米）。

II-9. RIVM-SUDOQU 模式也可以旁路质量平衡公式，通过这样做，它收敛于参考文献[II-5]原子能机构协调研究项目方法。在这种模式下，该模式还可以评定职业照射假想方案，这些假想方案通常以质量平衡框架残留的新污染物项的连续流动为表征。此外，对 RIVM-SUDOQU 模式的一个小的调整产生了与 Ogino 和 Hattori 模式使用的相同方法[II-8、II-9]。因此，RIVM-SUDOQU 模式可以作为剂量学建模的基准。

II-10. 一个试点项目还揭示了 RIVM-SUDOQU 模式在根据确定性计算和与核装置相关的再使用假想方案推导特定放射性核素表面污染解控水平方面的适用性[II-10、II-11]。在一项相应的基准研究中，将一些结果与其他表面污染剂量学模式的结果进行了比较，例如第 II-2—II-4 段所述的欧洲联盟模式。RIVM-SUDOQU 模式的进一步发展允许详细的参数敏感性分析和概率剂量评价。

RESRAD-BUILD 剂量学模式

II-11. RESRAD-BUILD 模式[II-12]评价在被残留放射性污染的厂房内工作或生活时产生的辐射剂量：地板、墙壁和天花板表面，建筑材料（如干墙、混凝土、管道）或积聚在厂房内（例如，在设备、物体或过滤器中）。RESRAD-BUILD 是一个多室²。路径分析模式，考虑了两种特定类型的照射假想方案：厂房居留假想方案和厂房改造假想方案。第一种情况通常涉及长期、慢性照射，例如居民、办公室工作人员和产业工作人员。在这些情况下，由于厂房的正常使用和清洁，污染物可能会通过空气传播。在涉及厂房去污和翻新的第二种情况下，照射于较高污染水平通常发生在较短的时间范围内（与厂房居留情况相比），但条件受到控制。这些假想方案包括打磨地板、切割混凝土以及拆除或安装干墙等活动。

² 该厂房最多可容纳三个房间。

II-12. 一个模式运行可以包含多达十个不同的源，其几何构型可以是体积、表面积、线或点。通过机械清除或侵蚀，源活度变成空气传播，并通过空气质量隔间模式进一步分析。模式运行可以包含多达 10 个受体点，计算总有效剂量当量。考虑的照射途径是来自辐射源的外部照射，地板上沉积活动产生的外部辐射照射，浸没在空中活度中的外部照射，吸入空气中活度，吸入氡衰变产物和氟化水蒸气，意外直接从源头摄入可移除的活度物质，以及意外中摄入沉积在厂房表面的活度物质。RESRAD-BUILD 计算机代码可以执行确定性和概率剂量分析。它已成功应用于使用室内职业照射假想方案评定表面污染导致的潜在剂量分布[II-13]。

附件 II 参考文献

- [II-1] 欧洲委员会《核装置拆卸产生的金属回收或再使用表面污染解控水平的定义基准》，《辐射防护》第 101 号，欧洲共同体官方出版物办公室，卢森堡（1999 年）。
- [II-2] 欧洲委员会《核装置拆卸金属回收的推荐辐射防护标准》，《辐射防护》第 89 号，欧洲共同体官方出版物办公室，卢森堡（1998 年）。
- [II-3] 国际原子能机构《放射性物质安全运输条例》（2018 年版），国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。
- [II-4] 国际原子能机构《国际原子能机构〈放射性物质安全运输条例〉咨询材料》（2018 年版），国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-26（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2022 年）。
- [II-5] 国际原子能机构《货包和运输工具非固定污染的放射学方面》，国际原子能机构《技术文件》第 1449 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。
- [II-6] VAN DILLEN, T., SUDOQU: “一种新的剂量模式，用于推导非食品（消费）商品、容器和运输工具表面污染的标准”，《辐射防护测量》第 164 期 1—2（2015 年）第 160 页。

- [II-7] VAN DILLEN, T., VAN DIJK, A., SUDOQU, “一种新的放射性表面污染剂量评定方法”,《辐射防护杂志》第 383 期(2018 年)第 1147 页。
- [II-8] OGINO, H., HATTORI, T. “表面污染同位素特异性豁免水平的计算”,《放射性同位素应用》第 67 期(2009 年)第 1282 页。
- [II-9] OGINO, H., HATTORI, T., “使用蒙特卡洛计算核实表面污染同位素特定豁免水平的有效性”,《日本保健物理杂志》第 44 期(2009 年)第 400 页。
- [II-10] RUSSO, F., MOMMAERT, C., VAN DILLEN, T., “表面污染物体从核设施控制区解控: SUDOQU 方法的应用”,《国际核能杂志》第 63 1 期(2018 年)。
- [II-11] VAN DILLEN, T., Bel V, 《个人通讯》,2023 年。
- [II-12] YU, C.等,《RESRAD-BUILD 用户手册》第 3 版,第 ANL/EAD/03-1 号报告,伊利诺伊州阿贡国家实验室(2003 年)。
- [II-13] KAMBOJ, S., YU, C., RABOVSKY, J., “职业假想方案下拟定表面放射性解控水平的潜在剂量分布”,第 ANL/EVS/TM/11-3 号报告,伊利诺伊州阿贡国家实验室(2011 年)

附件 III

在现存照射情况下应用筛选值的示例

例 1：福岛第一核电站事故后应用的筛选值示例

介绍

III.1. 原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》[III-1]，仅在计划照射情况下使用豁免概念。然而，在日本福岛第一核电站事故后的现存照射情况下，某些筛选值已被用于管理受放射性物质污染废物的决定。

III.2. 福岛第一核电站事故后，截至 2012 年 9 月 10 日，日本核安全委员会（NSC）根据 1999 年日本核燃料转换公司（JCO）临界状态事故后生效的《核应急准备特别措施法》[III-2]发布了 200 多份技术咨询文件。在编写这些技术咨询文件时考虑到了国际放射防护委员会的建议和原子能机构的安全标准。

III.3. 为了在福岛第一核电站事故后的现存照射情况下对公众成员的防护最优化，日本核安全委员会建议从 1—20 毫希沃特/年段的较低部分选择一个适当的参考水平，长期目标是 1 毫希沃特/年参考水平，如国际放射防护委员会[III-3]所建议的。根据这一建议，日本政府将 1 毫希沃特/年设定为公众额外剂量的长期目标。

III.4. 关于事故产生的受污染废物的处理，日本核安全委员会提供了建议，以确保根据日本核安全委员会的建议，处理设施工作人员和设施周围公众的额外剂量保持在 1 毫希沃特/年以下。此外，日本核安全委员会建议将额外剂量保留给居留机构控制终止后处置设施附近低于 10 微希沃特/年。

大量受污染废物的管理

III.5. 东日本大地震及其引发的海啸产生了大量废物，其中一部分受到福岛第一核电站排放的放射性核素的污染。为了有效和安全地处理废物，日本环境省根据放射性核素活度浓度设定了一个筛选值，以区分可根据《废物管

理法》[III-4]处理的废物（即低于筛选值的废物）和受额外辐射防护条例约束的废物（即超过筛选值的废物），如 2011 年 8 月 30 日颁布的《特别措施法》[III-5]所规定。

III.6. 在《特别措施法》[III-5]，铯-134 加铯-137 的筛选值被设定为 8000 贝可/千克。该数值基于公众或工作人员的额外剂量低于 1 毫希沃特/年的标准。如果超过这一筛选值，该废物将被指定为“指定废物”，并为辐射防护目的进行额外处理，如煤烟和灰尘的水泥固化，并根据《特别措施法》[III-5]定期测量设施排放的气体和液体中的放射性。如果没有超过筛选值，废物将由地方当局或营运人根据传统的《废物管理法》[III-4]进行正常的废物处理。图 III-1 显示了废物和土壤以及“特定废物”的去污管理流程图（即基于《特别措施法》[III-5]）。

筛选值在现存照射情况中的应用

III.7. GSR Part 3[III-1]仅在计划照射情况下使用豁免概念。然而，第 II-5 段和第 II-6 段描述的筛选值可被视为福岛第一核电站事故后现存照射情况下类似决策工具的一个示例。当必须作出控制决定时，大量被放射性物质污染的废物已经存在，在普遍情况下，废物的筛选值（铯-134 加铯-137 为 8000 贝可/千克）由监管机构设定。

III-8. 原子能机构的安全标准强调在设施和活动的监管中采用分级方法的重要性。特别是原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1 (Rev.1) 号《政府、法律和监管安全框架》[III-6]第 4.5 段规定：

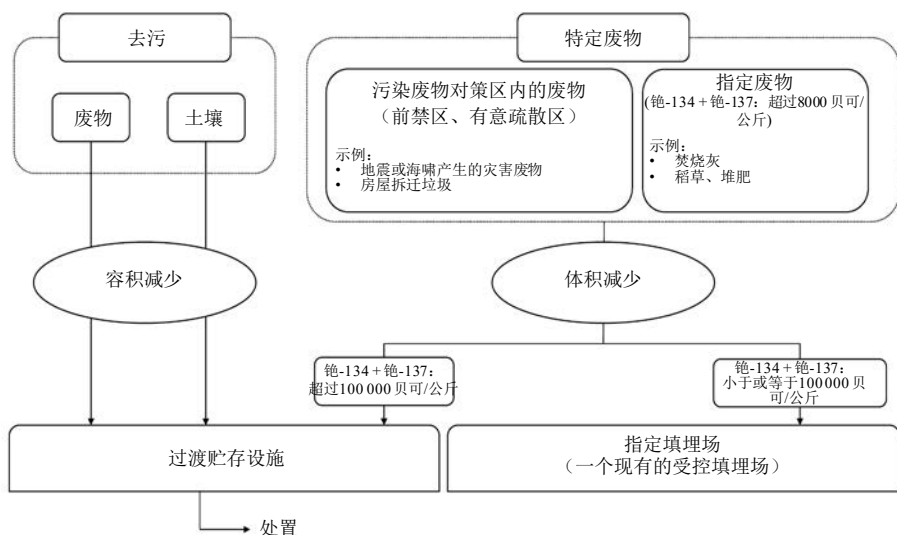


图 III.1 根据《福島县特别措施法》对废物、土壤和特定废物进行去污处理的流程图
(经许可从参考文献[III-7]修改)。

“监管机构必须按照分级方法，分配与设施和活动相关的辐射风险相称的资源。因此，为了将相关辐射风险降至最低，监管机构可将某一特定活动豁免某些或所有方面的监管控制”。

适用于指定废物规范的筛选值是使用适当的废物活度浓度水平实施分级方法的一个示例。

公共认知

III.9. 废物的筛选值是从保守假想方案中得出的，确保在废物处理期间，公众成员或工作人员的额外照射量保持在 1 毫希沃特/年以下，在机构控制终止后，公众成员的额外照射量保持在 10 微希沃特/年以下。然而，在监管机构制定的相关标准下，达到或低于筛选值的废物可以得到安全处理，这一点并不总是被接受。一些考虑到本地居民表达的忧虑，废物处理营运者已制定低于筛选值的废物验收标准以协助废物处理。

控制表面污染的筛选值

III.10. 《特别措施法》[III-5]对去污活动产生的批量解控土壤和废物进行了监管，并在运送到临时贮存设施之前安全存储在临时存储地点（见图 III-1）。当运输车辆在卸下移除的土壤和废物后每天离开临时存储地点时，日本厚生劳动省的法令[III-8]要求车辆上的表面污染水平不超过 40 贝可/平方厘米，这相当于每分钟 13 000 个计数（cpm），假设使用在日本广泛使用的具有 50 毫米孔径的典型盖革-米勒（GM）测量仪。如果测量仪表读数超过 13 000 cpm，表面将被去污。因此，这是一个在现存照射情况下表面污染管理决策中应用筛选值的示例。

III.11. 关于表面污染物体的控制，日本保健物理学会辐射防护标准化委员会制定了计划照射情况、应急照射情况和现存照射情况导则[III-9]。表 III-1 总结了导则的要点。物项被定义为有价值的固体商品（如车辆、设备），其再使用或回收是正当的，在导则[III-9]翻译中使用了“商品”术语。对于现存照射情况，导则建议根据主要情况，个人有效剂量标准小于 1—10 毫希沃特/年，并举例说明典型的盖革-米勒测量仪读数为 21 000 cpm，对应于 1 毫希沃特的年有效剂量标准。因此，运输车辆在第 III-10 段所述临时存储地点的筛选值。符合导则（即 $13\,000\text{ cpm} < 21\,000\text{ cpm}$ ），这意味着公众和工作人员的额外剂量保持在 1 毫希沃特/年以下。

表 III-1. 在计划照射情况、应急照射情况和现存照射情况下移出受放射性物质污染物体导则摘要
(经许可修改自参考文献[III-9])

	计划照射情况	应急照射情况	现存照射情况
剂量标准 (有效剂量)	10 微希沃特/年或更低	少于 10 毫希沃特/年	少于 1-10 毫希沃特/年
参考概念	解控	原子能机构一般标准 Part 7 [III-10]	干预
基本目的和概念	从控制区移出到一般区域解控概念。 应用在许多相对较小的移出物体中。	从受核或辐射物质排放影响的地区搬出。 放射性紧急情况。 正当性和最优化。 应急照射情况下最大参考水平 20-100 毫希沃特/年的十分之一。 国际出口 1 毫希沃特/年有效剂量的上限。	因核或辐射紧急情况或正在恢复的地区。 从事故到受影响较小或普通地区。 正当性和最优化。 1-20 毫希沃特/年波段的较低部分，是现存照射情况下的参考水平。 国际出口 1 毫希沃特/年有效剂量的上限。

表 III-1. 在计划照射情况、应急照射情况和现存照射情况下移出受放射性物质污染物体导则摘要
(经许可修改自参考文献[III-9]) (续)

	计划照射情况	应急照射情况	现存照射情况
照射假想方案	装卸小货包 [III-11] 装卸一般物体[III-12]	装卸乏燃料桶[III-11] 装卸一般物体[III-12]	装卸乏燃料桶[III-11] 装卸一般物体[III-12]
日本广泛使用的典型 GM 测量仪读数示例	1000 cpm (10 Bq/cm ² 的钴-60) 2300 cpm (10 Bq/cm ² 的铯-137)	460 000 cpm (1900 Bq/cm ² 的碘-131 + 19 Bq/cm ² 的铯-134 + 19 Bq/cm ² 的铯-137)	21 000 cpm (0.44 Bq/cm ² 的碘-131 + 44 Bq/cm ² 的铯-134 + 44 Bq/cm ² 的铯-137), 对应于 1 毫希沃特的年有效剂量标准

例 2：应用于建筑材料筛选值

III-13. 建筑材料¹ 和建造材料（以下统称为“建造材料”）通常含有一定水平的天然或人工放射性核素。放射性核素浓度可能取决于材料的地质来源和/或可能来自授权或过去实践的（残留）污染，或来自核或辐射紧急情况。建造材料的识别和符合 GSR Part 3[III-1]要求 51 的核实并不总是简单明了的。因此，政府和监管机构可以应用某些筛选值来帮助决策过程，如参考文献[III-13]所述。

III-14. 建造材料的生产商和制造商以及进口商、贸易商和建筑公司可被视为此类材料寿期不同阶段的责任方，因此将负责证明遵守了法规。

III-15. 各国采取了各种方法来处理建造材料的监管问题。按照分级方法，例如，可以根据活度集中程度的测量来界定对用于住宅、公共、工业或其他目的的建造材料使用的限制。

III-16. 在辐射防护或公共卫生领域，适当的监管机构或其他主管当局可以发布描述和控制建造材料中放射性的相关导则，或者作为建造规范。该导则需要建立一种方法来识别可能导致公众剂量高于相关参考水平的建造材料。此外，法规和导则需要包括关于测量质量、测量结果记录以及报告形式和频率的规定。

III-17. GSR Part 3[III-1]第 5.22 段指出了建造材料中放射性核素照射的参考水平，即约每年 1 毫希沃特的有效剂量。大约 1 毫希沃特的参考水平仅适用于照射于建造材料的 γ 辐射所获得的剂量（即，它不包括这些材料排放到室内空气中的氡-222 或氡-220 的任何额外剂量）[III-14]。对代表人的年有效剂量进行现实估计是复杂的，通常需要由辐射防护专家进行。因此，出于实际目的，通常的实践是在导则中使用筛选值，以提供一种更简单的方法来证明符合参考水平。此类筛选值可能涉及确定和使用以下各项：

- (a) 相关放射性核素的衍生活度浓度；
- (b) 采用“活度指数”的方法（见第 III-18 段）；
- (c) 以 γ 剂量率表示的衍生操作水平。

¹ 建筑材料指用于建造楼宇（如住宅、办公室、工业处所及其他工作场所）的建造材料。

III-18.放射性指数是一个由建筑材料中可能存在的放射性核素的测量放射性浓度得出的无量纲量，通常为钾-40、镭-226 和钍-232。可能需要酌情考虑添加人造放射性核素。筛选值可以表示为活度指数，计算出的指数将与该指数进行比较，以估计材料是否符合剂量参考水平。参考文献[III-13]附件 I 和附件 II。就活度指数的计算、测量方法、剂量计算和建模、筛选值的推导以及 γ 剂量率作为操作筛选值的使用提供更多指导（另见原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-32 号《保护公众免受室内氡和其他天然辐射源的照射》[III-14]第 4 部分）。

III-19.如果建筑材料不用作批量的材料，而是用作表面或装饰材料，如瓷砖、石膏板或花岗岩装饰，则活度指数的不同筛选值可能适用。例如，在中国、捷克共和国和芬兰，这种表层材料的活度指数不同于批量的材料的活度指数[III-13]。

III-20.超过测量或计算数量的相关筛选值的建筑材料仍可根据分级方法以限制方式或在某些条件下使用。参考文献[III-13]附件 IV 提供了国家法规中此类有条件规定的示例。

附件 III 参考文献

- [III-1] 欧洲委员会、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、联合国环境规划署、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《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。
- [III-2] 日本政府，《核应急准备特别措施法》（第 156 号法），日本政府，东京（1999 年）（日语）。
- [III-3] 国际放射防护委员会《委员会的建议对核事故或辐射应急后长期污染区人员防护的应用》，国际放射防护委员会第 111 号出版物，爱思唯尔，牛津（2009 年）。
- [III-4] 日本政府《废物管理和公共清洁法》（第 137 号法），日本政府，东京（1970 年）（日语）。

- [III-5] 日本政府《关于处理 2011 年 3 月 11 日太平洋地震东北地区核电站事故排放的放射性物质污染环境的特别措施法》(第 110 号法), 日本政府, 东京 (2011 年) (日语)。
- [III-6] 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 (Rev.1) 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2016 年)。
- [III-7] 环境部《2014 财年去污报告: 日本政府环境部进行的迄今为止生活环境去污经验汇编》, 东京 (2015 年) (日语)。
- [III-8] 厚生劳动省《关于在东日本大地震和相关工程产生的放射性物质污染的土壤和废物去污工程中防止电离辐射危害的法令》(第 152 号法令), 日本政府, 东京 (2011 年)。
- [III-9] 日本辐射防护标准化委员会, “在计划、紧急和现存照射情况下移动放射性污染商品的三个导则摘要”, 《日本保健物理杂志》第 52 4 期 (2017 年) 第 311 页。
- [III-10] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际民用航空组织、国际劳工组织、国际海事组织、国际刑警组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、全面禁止核试验条约组织筹备委员会、联合国环境规划署、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织、世界气象组织, 《核或辐射应急准备与响应》, 国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 7 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2015 年)。
- [III-11] MUNAKATA, M., “放射性物质安全运输非固定表面污染的适用限值”, 《放射性物质包装和运输安保》第 24 期 (2013 年) 第 191 页。
- [III-12] OGINO, H., HATTORI, T., “表面污染同位素特异性豁免水平的计算”, 《放射性同位素应用》第 67 期 (2009 年) 第 1282 页。
- [III-13] 国际原子能机构《建筑材料和建筑材料中放射性核素照射的监管》, 《安全报告丛书》第 117 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2023 年)。
- [III-14] 国际原子能机构、世界卫生组织, 《保护公众免受氡和其他天然辐射源所致室内照射》, 国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-32 号, 国际原子能机构, 维也纳 (2015 年)。

参与起草和审订人员

Canoba, A.	阿根廷核管制局
Colgan, P.A.	国际原子能机构
Haridasan, P.P.	国际原子能机构
Ljubenov, V.	国际原子能机构
Ogino, H.	日本核管制局
Pinak, M.	国际原子能机构
Reisenweaver, D.W.	顾问（美国）
Shaw, P.	国际原子能机构
Tenorio, R.G.	塞维利亚大学，西班牙
van Dillen, T.	国家公共卫生和环境研究所，荷兰

通过国际标准促进安全

ISBN 978-92-0-513424-6



9

789205

134246

国际原子能机构
维也纳