国际原子能机构安全标准

保 护 人 类 与 环 境

放射性流出物排入环境的监管控制

由下列组织共同倡议编写

IAEA

UN environment
United Nations
Environment Programme

一般安全导则

第 GSG-9 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、发展和实际应用的资料性出版物组成。它包括关于核电、核燃料循环、放射性废物管理和退役领域技术状况和进展以及经验、良好实践和实例的报告和导则。

放射性流出物排入环境的监管控制

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-9 号

放射性流出物排入环境的监管控制

一般安全导则

由下列组织共同倡议编写：
国际原子能机构
联合国环境规划署

国 际 原 子 能 机 构
2022 年 · 维也纳

版 权 说 明

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

Marketing and Sales Unit,
Publishing Section
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
传真：+43 1 2600 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

放射性流出物排入环境的监管控制

国际原子能机构，奥地利，2022 年 11 月
STI/PUB/1818
ISBN 978-92-0-502922-1（简装书：碱性纸）
978-92-0-503022-7（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。

序　言

原子能机构《国际辐射防护和辐射源安全基本安全标准》（原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号）规定了保护人类免受电离辐射照射有害后果、辐射源安全和保护环境的要求。GSR Part 3 由欧洲联盟委员会、联合国粮食及农业组织、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、联合国环境规划署和世界卫生组织联合发起。

三份相关的安全导则就如何符合 GSR Part 3 有关保护公众及保护环境的规定提供了一般指引，详情如下：

— 原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-8 号《公众和环境的辐射防护》，为公众和环境的保护框架提供了指导；

— 原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-9 号《放射性流出物排入环境的监管控制》，就辐射防护原则的适用和与排放控制有关的安全目标以及批准排放的程序提供了指导；

— 原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号《设施和活动的预期放射性环境影响评定》，其中说明了未来放射性环境影响评定的框架和方法。

这三份安全导则由原子能机构和联合国环境规划署联合制定，该机构是全球环境的主要权威机构，负责制定全球环境议程，促进在联合国系统内协调一致地执行可持续发展的环境层面，并作为全球环境的权威倡导者。这三个安全导则中提供的建议，以及 GSR Part 3 的要求，为在放射性排放的评定和管理中纳入环境考量提供了基础。在这方面，联合国环境规划署鼓励在其所有成员国实施这些建议，并将其作为制定保护环境免受电离辐射有害影响国家法规的基础。

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遵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共同目的。安全措施和安保措施的制订和执行必须统筹兼顾，以便安保措施不损害安全，以及安全措施不损害安保。

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

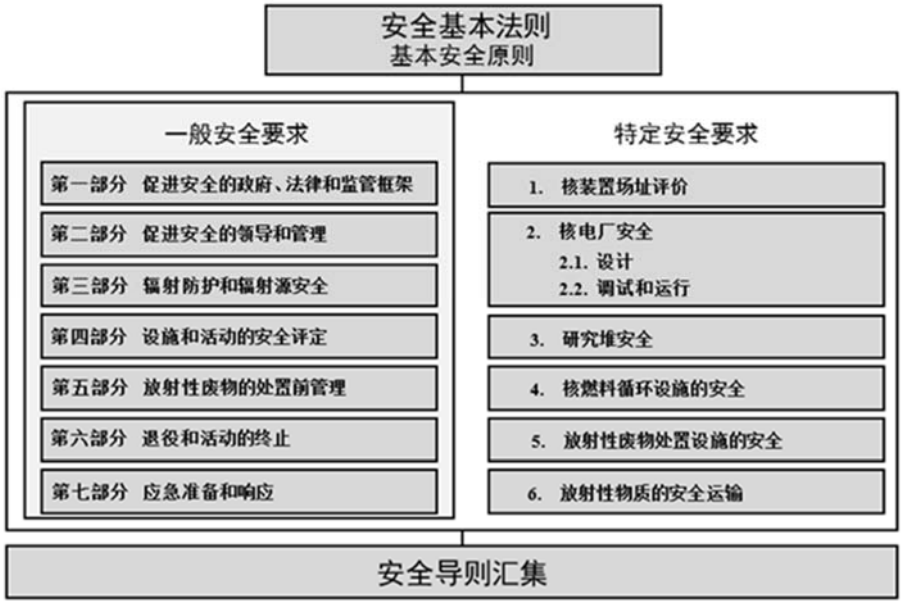

图 1. 国际原子能机构《安全标准丛书》的长期结构。

[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。

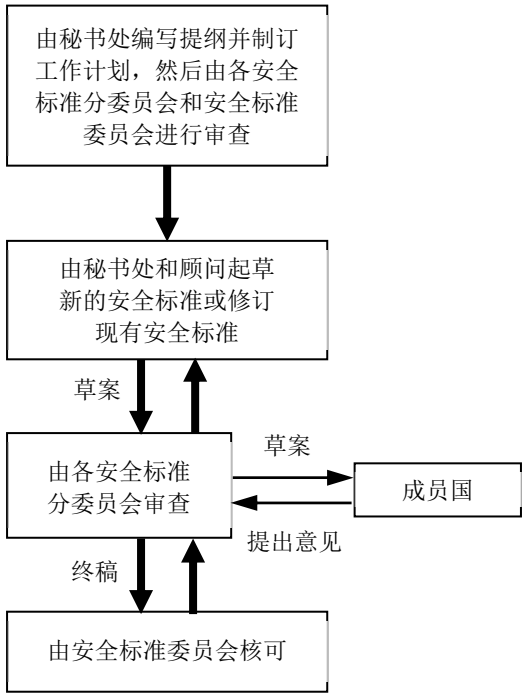

图 2. 制订新安全标准或修订现行标准的过程。

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“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 (1.1-1.7) 1
目的 (1.8-1.9) 2
范围 (1.10-1.14) 3
结构 (1.15) 4

2. 排放控制的辐射防护原则 (2.1) 4

设施和活动的正当性 (2.2-2.3) 4
防护最优化 (2.4-2.5) 5
剂量限值的应用 (2.6-2.7) 5

3. 与控制放射性排放有关的安全目标和要求 6

概述 (3.1-3.6) 6
正当性 (3.7-3.8) 7
防护与安全最优化 (3.9-3.14) 7
核准 (3.15-3.16) 8
剂量限值 (3.17) 9
跨界影响 (3.18) 10
定期评审 (3.19) 10
源监测和环境监测 (3.20-3.21) 10
分级管理 (3.22) 11

4. 排放核准的管理 (4.1-4.4) 11

5. 排放核准程序 (5.1-5.2) 13

制定排放核准书 (5.13-5.14) 16
排放控制下剂量约束的确定 (5.15-5.19) 17
排放和辐射情况的描述 (5.20-5.24) 18
防护与安全最优化的考虑 (5.25-5.42) 19
代表人所受剂量评定 (5.43-5.58) 23
排放及运行限值和条件的核准 (5.59-5.74) 26
承诺声明 (5.75-5.91) 29
检查和执行 (5.92-5.98) 32
相关各方 (5.99-5.102) 33

6. 关于不同工业企业中含有天然放射性核素流出物的考虑 (6.1-6.6) 34

7. 退役期间排放控制 (7.1-7.6) 36

8. 以前未受监管的实践 (8.1-8.7) 37
参考文献 39
附件 排放授权的实际考虑 43
参与起草和审订人员 55

1. 导言

背景

1.1. 对于可能造成辐射危害的设施和活动[1]必须在设计、建造、核准、运行和维护方面加以监管控制，以防止向环境释放放射性物质，或尽量减少这种释放的后果，并对公众和环境提供足够程度的保护[3]。

1.2. 在正常运行期间，一些设施和活动会产生含有少量放射性流出物的气态和液态流出物，这些放射性核素可能使公众和环境受到低水平的辐射。许多情况下，在技术上完全防止放射性流出物的排放是困难的，或成本极高。在任何情况下，对公众产生的剂量都必须低于规定的限值。

1.3. 根据辐射防护最优化的要求，可以得出这样的结论：如果对排放进行控制，“考虑到经济和社会因素，使个人剂量、受照人员（职业和公众）、受照可能性，合理可行尽量低（ALARA）”[3]。考虑到排放的辐射水平非常低，若要进一步减少排放有关的费用很高，这种情况下排放在防护和安全方面是可以接受的。

1.4. 产生可控放射性排放的设施和活动可以通过分级办法以不同方式进行监管。在许多情况下，可以通过适用豁免概念或通过通知[3]来管理在正常运行期间产生放射性释放的设施和活动，这些设施和活动给公众造成的剂量很低，没有意外排放的风险。然而，某些排放可能导致更高的放射性剂量水平，或者某些设施或活动可能带来更高的潜在辐射风险。在这种情况下，应对此类设施或活动的排放进行监管，通过核准（相关的登记或许可证）进行管理，该核准建立严格的技术和监管条件，包括对这些流出物及其放射性后果进行适当的审管和控制。对于正当的实践，核准此类排放应考虑到最优化和剂量限值的辐射防护原则，以及其他相关的安全原则。

---

[1] “设施和活动”一词在《基本安全原则》（国际原子能机构《安全标准丛书》第 SF-1 号）[1]和国际原子能机构《安全术语》[2]中作了定义。它是一个总称，包括所有核设施和所有电离辐射源的使用。建议本“安全导则”适用于如第 1.13 段所述某些设施和活动。

1.5. 对于因核准的流出物排放对公众造成的剂量制定了剂量限值和剂量约束[3]。根据原子能机构《安全标准丛书》第 SF-1 号《基本安全原则》[1]和原子能机构《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》[3]的规定，流出物必须由许可证持有者妥善管理，以确保对公众和环境防护的最优化。

1.6. “排放”是指有计划和有控制地向环境释放气态、气溶胶或液态放射性物质，因此，该术语不包括事故情形下向环境中的排放。严格意义上讲，术语“排放”是指向环境中流出物质的行为或过程，但在本“安全导则”中，也可用于描述正在释放或将要释放的物质[2]。

1.7. 考虑到相关安全导则[4－10]中提出的建议和成员国的经验，本“安全导则”给出了将 GSR Part 3[3]中规定的安全要求应用于排放监管的建议。本“安全导则”取代原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.3 号《放射性流出物排入环境的监管控制》[2]。

目的

1.8. 本“安全导则”的目的是向各国政府、监管机构、申请者和营运组织提供一套结构化的办法，控制设施和活动正常运行所产生的公众辐射，并达到防护和安全的最优化。提供了关于排放核准、证明遵守核准和执行核准的指导。

1.9. 本“安全导则”供申请、评审和核准排放的人员使用[3]。也可用于其他相关方面。

[2] 国际原子能机构《放射性流出物环境排放的监管控制》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.3 号，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。

范围

1.10. 本“安全导则”仅限于设施正常运行期间计划内的排放，包括排向大气的气载流出物和排向水体的液态流出物[3]。本“安全导则”未涉及固体放射性废物的处置、废物处置设施关闭后释放的放射性物质、含有放射性核素的液体迁移到地下水中以及因事故向环境中释放的问题；其他安全导则[11－14]提供了相关指导。

1.11. 本“安全导则”就与核准程序有关的排放监管控制提供指导。[3] 具体地说，本“安全导则”涉及新建和改造设施和活动中排放的核准，以及对已确立的排放核准的评审。

1.12. 本“安全导则”涉及排放的运行限值和条件的推导，证明其符合授权和辐射监测计划的需要。控制排放过程的一项重要步骤是对保护公众和环境免受电离辐射有害影响的预评定。另一份安全导则就这种保护公众和环境的预期放射性环境影响评定给出了建议[7]。本“安全导则”仅有限地在剂量评定中使用的方法以及在推导核准限值时可能使用的模式和数据中提供参考，如参考文献[15]中所述。[4]

1.13. 本“安全导则”适用于排放含有放射性核素的液态和气态流出物的各类设施和活动，这些流出物可能对公众造成辐射风险。这些设施和活动包括了从核设施 [5] 到放射性同位素在工业、医药和研究中的应用。还涵盖了核燃料循环过程中的铀、钍矿的开采和加工环节，在正常运行期间，向大气和水体的受控排放。同时，涉及到在非核工业中天然存在的放射性物质 [6] 的排放。

---

[3] GSR Part 3[3]规定了与防护和安全制度有关的设施和活动的核准程序要求。

[4] 正在编写《安全报告丛书》修订本第 19 号[15]，内容将包括对公众辐照的筛选评估、用于评定放射性排放影响的通用模式和参数，以及用于评定设施和活动放射性排放所致动植物辐照的通用模式和参数。

[5] “核设施”一词包括核电厂、研究堆（包括次临界和临界组件）和任何毗连的放射性同位素生产设施、乏燃料贮存设施、铀浓缩设施、核燃料制造设施、转化设施、乏燃料后处理设施、核燃料循环设施产生的放射性废物处置前管理设施，以及与核燃料循环有关的研发设施[2]。

[6] “天然存在的放射性物质”是指除天然放射性核素外不含大量放射性核素的放射性物质[2]。

1.14. 本“安全导则”的重点是设定排放限值，以保护公众；工作人员的辐射防护仅被视为防护与安全最优化的一部分，特别是在放射性废物和流出物的现场管理方面。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-7 号《职业辐射防护》[16]提供了关于职业辐射评定和控制的建议。

结构

1.15. 第 2 部分规定了适用于控制排放的辐射防护原则；第 3 部分介绍了与排放控制有关的安全目标、要求和概念，包括政府、监管机构、营运组织和其他相关各方的一般责任；第 4 部分就确定是否需要核准排放的决策过程提供了指导；第 5 部分规定关于排放核准程序的建议，包括制定排放核准和设定排放限值、建立和使用剂量约束、确定排放特性和用于规定排放限值的辐射假想方案、考虑防护与安全最优化、评定公众剂量、与核准有关的运行限值和条件、证明遵守核准、检查和执行情况以及相关各方的参与；第 6 部分涉及天然存在放射性核素的排放；第 7 部分介绍了退役期间排放控制有关的事项；最后，第 8 部分就监管以前不受监管的实践所产生的排放提出了建议。附件提供了在确定排放核准时可以考虑的实际因素。

2. 排放控制的辐射防护原则

2.1. 原子能机构安全标准（见参考文献[1、3]）中确立的辐射防护和安全原则，是根据国际放射防护委员会的建议[17]制定的，在计划辐射的情况下，控制设施或活动向环境排放放射性满足实践正当性、辐射防护最优化和剂量限值三原则。

设施和活动的正当性

2.2. 要核准某一设施或活动，必须证明采用这种实践将产生积极的净效益（即这种实践对公众和社会的预期效益大于危害，包括辐射危害）[3]。关于正当性的决定应由足够高层级的政府来做出，以便能够全面考虑到与利弊有关的所有可能[6]。任何关于正当性的决定都应根据具体情况考虑到预期发生的、可以避免的或可能减少的辐射剂量。公众所受的辐射剂量，只是其中一个考虑因素。许多辐射防护之外的问题，是确定一种实践是否正当需要考虑的因素。

2.3. 正当性适用于整个实践，而不是实践的个别方面，例如放射性排放，只有在实践作为一个整体已经被认为是正当的情况下，才可以核准或豁免。

防护最优化

2.4. 在设定排放限值时，应遵循防护与安全最优化的原则。GSR Part 3[3]将防护与安全最优化定义为：

> “确定将导致受到辐射的个人剂量的量值、个人（工作人员和公众成员）的数量和受到辐射的可能性达到‘在考虑经济和社会因素的基础上合理可行尽量低’（即：合理可行尽量低）的防护和安全水平的过程（ALARA）。”

2.5. 防护和安全措施应在不过度限制设施或活动运行的情况下，提供在设施或活动的整个寿期内可以正当实现的最高安全水平。防护与安全最优化涉及到与实现特定水平的防护和安全有关的所有成本，而不仅仅是财务成本与减少剂量方面的平衡。第 5 部分提供了关于排放控制优化过程的进一步指导，本“安全导则”附件提供了补充信息。

剂量限值的应用

2.6. 基于可预见的辐射情况，必须对辐射和风险进行控制，以确保不超过规定的剂量限值，并进行优化，以达到所需的防护和安全水平[3]。

2.7. 在正常运行期间，排放有关的公众剂量限值为[3]：

(a) 一年内有效剂量为 1 毫希沃特；

(b) 在特殊情况下 [7]，如果连续五年的平均有效剂量不超过每年 1 毫希沃特，在单一年份就可适用一个更高的有效剂量值。

[7] 例如，在核准、合理和计划的运行条件下，导致辐射照射量暂时增加。

这些剂量限值代表在计划辐射情况下，公众从其所接触的所有核准辐射源获得的最大可接受剂量。[8] 第 5 部分和附件介绍了使用剂量限值来设定特定辐射源的排放限值。

3. 与控制放射性排放有关的安全目标和要求

概述

3.1. SF-1[1]确立了原则，以实现保护公众和环境免受电离辐射有害影响的基本安全目标。为实现这一安全目标，应避免因不当的限制设施活动而导致辐射风险增加的活动。

3.2. 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》[18]规定了政府、法律和监管安全框架的要求。

3.3. GSR Part 3[3]阐述了保护人类和环境免受电离辐射有害影响和辐射源安全的概念和规定要求。GSR Part 3[3]还规定了相关各方（如政府、监管机构、营运组织）控制排放的要求。

3.4. GSR Part 3[3]第 1.6 段指出，防护和安全系统旨在“评定、管理和控制辐射，以便将辐射危险包括健康效应危险和对环境造成的危险降低到合理可行的程度。”对于可控排放，GSR Part 3[3]第 1.17 段指出，“必须对辐射和危险进行控制，以确保不超过……公众辐射的规定剂量限值，并实施最优化以达到预期的防护和安全水平。”

3.5. 尽管原子能机构安全标准所要求的防护和安全系统主要是基于对人的辐射防护的考虑，但它也旨在适当保护环境免受电离辐射的有害影响[3]。

[8] GSR Part 3[3]还规定了公众对眼晶体和皮肤的当量剂量限值。因为在典型的辐照情况下，这些剂量限值与正常运行期间向环境的排放无关。

3.6. 如本“安全导则”所述，设施和活动的排放限值的制定主要是为了优化对公众防护（即，确定排放限值的评定目的是控制代表人的有效剂量[9]，同时适当考虑排放设施工作人员的辐射防护），即通过设置准许实践的条件来保护环境。[10]

正当性

3.7. GSR Part 3[3]第 2.8 段指出，“对于计划辐射情况，当相关要求适用于每一方时，负责防护和安全的各方应确保，除非具有正当性，否则不进行任何实践。”

3.8. GSR Part 3[3]要求 10 规定，**“政府或监管机构必须确保只有正当的实践才能获得核准。”**

防护与安全最优化

3.9. 关于放射性废物管理和排放的要求，在 GSR Part 3[3]要求 31 规定，**“相关各方必须确保按照授权管理放射性废物和向环境的排放放射性物质”。**

3.10. GSR Part 3[3]对放射性废物的管理规定了若干要求，特别是第 3.131(a) 段，要求确保“所产生的放射性废物在活度和体积方面保持在实际可行的最低水平”。废物管理将直接影响废物产生数量、放射性流出物的种类和活度及其在废物中的数量，以及设施正常运行或开展活动所产生的流出物的数量。

---

[9] 为了辐射防护的目的，代表人被定义为“人群中接受了更强辐照个人所受剂量的代表性剂量的个人”（斜体表示原子能机构《安全术语》中的一个术语）[2]。代表人通常是一个假设的概念而不是一个实际成员。代表人可以被视为与关键人群组相同的概念，并且可以使用与先前用于评定关键人群组剂量的方法相似的方法来评定代表人的剂量[15]。

[10] 一些国家认为，除了最大限度地保护公众之外，可能还需要更明确地评定和核实环境保护情况，包括例如估计辐射辐照对动植物种群的影响。国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号《设施和活动的预期放射性环境影响评定》[7]提供了关于预期放射性环境影响评定的指导，例如，在附件中列入了一种评定动植物辐照的方法和相关标准。通常，明确考虑动植物辐照不会影响排放限值的设定。

3.11. GSR Part 3[3]第 3.119 段指出，“政府或监管机构应制定并强制执行要求，对个人受到或可能受到公众辐射的情况进行防护和安全最优化的要求。”GSR Part 3[3]第 3.120 段指出，“政府或监管机构必须制定或核准拟用于对公众成员进行防护和安全最优化的剂量约束和危险约束。”

3.12. GSR Part 3[3]第 3.22(c)段指出，“政府或监管机构：……应建立或核准剂量约束……或制定或核准关于制定拟用于防护和安全最优化的此类约束的程序。”

3.13. GSR Part 3[3]要求 11 规定：**“政府或监管机构必须制定并强制执行防护和安全最优化的要求，注册者和许可证持有者必须确保防护和安全达到最优化。”**

3.14. GSR Part 3[3]第 3.126 段指出，在适用于公众辐射有关的防护和安全最优化原则时：

> “注册者和许可证持有者……应考虑到：
>
> (a) 可能影响对公众辐射的任何条件的可能变化，如源的特性和用途的变化、环境弥散条件的变化、辐射途径的变化或用于确定代表人的参数值的变化；
> (b) 类似的源运行或类似的实践开展方面的良好实践；
> (c) 在源的寿期内排放的放射性物质在环境中的可能积聚和积累；
> (d) 剂量评定的不确定性，特别是如果源和代表人在空间或时间上分离时对剂量贡献的不确定性。”

核准

3.15. GSR Part 3[3]第 3.132 段指出了作为本“安全导则”建议基础的排放要求，并指出：

> “注册者和许可证持有者与供应方合作，在申请排放核准时应考虑以下方面：
>
> (a) 必须确定待流出物质的特性和活度，以及可能的排放点和排放方式；

(b) 必须通过适当的运行前研究，确定排放的放射性流出物可能导致公众辐射的所有重要辐射途径；

(c) 必须评定由计划排放引起的代表人所受的剂量；

(d) 必须按照监管机构的要求，结合防护和安全系统的特性，综合考虑放射性环境影响；

(e) 必须向监管机构提交上文(a)至(d)项的调查结果，作为监管机构根据 GSR Part 3[3]第 3.123 段制定核准的排放限值及其执行条件的一项输入。”

3.16. GSR Part 3[3]第 3.123 段指出了与排放控制有关的下列要求：

“监管机构应制定或核准与公众辐射有关的运行限值和条件，包括经核准的排放限值。这些运行限值和条件包括：

(a) 必须被注册者和许可证持有者用作证明在源开始运行后遵守规定的准则；

(b) 必须是相当于低于剂量限值的剂量值并考虑防护和安全最优化结果；

(c) 必须反映类似设施或活动运行的良好实践；

(d) 必须考虑到运行的灵活性；

(e) 必须考虑到按照监管机构的要求进行的放射性环境影响预评定的结果。”

剂量限值

3.17. GSR Part 3[3]要求 12 规定，**“政府或监管机构必须制定……公众辐射剂量限值，而且注册者和许可证持有者必须适用这些限值**。”GSR Part 3[3]第 3.26 段也指出，“政府或监管机构……应强制遵守计划辐射情况下的公众辐射剂量限值……。”

跨界影响

3.18. GSR Part 3[3]第 3.124 段指出，造成该源所在国领土以外或该国管辖或控制之下的其他地区以外的公众辐射时，评定辐射影响和控制排放的要求在放射源所在国的管辖之下。在这种情况下：

“政府或监管机构：

(a) 必须确保辐射影响评定包括该国领土以外或其管辖或控制之下的其他地区以外的这种影响；

……

(c) 必须在适当时与受影响国家安排交流信息和磋商的手段。”

定期评审

3.19. GSR Part 3[3]第 3.134 段指出了注册者和许可证持有者（营运组织）必须：

“评审和修改其排放控制措施……同时考虑到：

(a) 运行经验 [11]；
(b) 可能影响对排放所致剂量进行评定的辐射途径或代表人的特征方面的任何变化。”

源监测和环境监测

3.20. GSR Part 3[3]要求 32 和第 3.135 段要求监管机构和相关各方确保实施源监测和环境监测计划。[12] 这些方案必须满足核查其遵守公众辐射的控制要求。这些规定包括“对保存排放记录、监测计划结果和公众辐射剂量评定结果做出规定”（GSR Part 3[3]第 3.135(e)段）。还对注册者和许可证持有

[11] 例如源项特性的变化。

[12] 国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号《辐射防护的环境和源监测》[9]提供了关于源监测和环境监测的指导，以用于确定与公众辐照控制有关的监测计划。

者（营运组织）规定了类似的要求，包括要求“核实为评定公众辐射和辐射环境影响评定而作出的假设是否充分”（GSR Part3[3]第 3.137(g)段）。

3.21. 注册者和许可证持有者（营运组织）须符合 GSR Part 3[3]第 3.137(a)段的要求：

> “建立和实施监测计划，以确保由于它们所负责的源引起的公众辐射得到充分评定，并确保这项评定足以核实和证明遵守核准书。”

分级管理

3.22. GSR Part 1（Rev.1）[18]、GSR Part3[3]和原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4（Rev.1）号《设施和活动安全评定》[19]规定了与分级办法有关的具体要求。在相关的计划辐射情况的排放控制，分级办法应采用 GSR Part 3[3]要求 6，即评定和控制排放要求的适用必须与实践或实践中的源的特性相称，并与受辐射的可能性和受照程度相称。

4. 排放核准的管理

4.1. 图 1 给出了一个是否需要对排放进行核准的流程。只有在具备实践正当性的情况下，才能考虑核准放射性排放。决定是否需要排放核准，一个关键因素是排放所致的风险是否超出监管控制，或者排放是否可以被豁免。

4.2. 对于(a)由于导致公众辐射的实践是排除在监管控制之外的实践，因此排放核准不是必须的；而(b)则是符合豁免标准的情况。监管机构应根据 GSR Part 3[3] [13] 附表 I 中确定的定义和标准，具体说明何时将排放产生的辐射排除在监管控制范围之外 [14] 或何时将排放豁免于核准要求之外。

---

[13] GSR Part 3[3]附表 I 还提供了关于大量放射性流出物的活度和活度浓度的资料，以协助确定适量的材料和大量的固体材料是否可以豁免。然而，这些水平不适用于也不应适用于排放控制。原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.7 号《排除、豁免和解控概念的适用》[20]提供了进一步资料。

[14] 监管机构应根据辐射对公众影响的实际特点，考虑历史上被排除在监管控制之外的实践是否确实应纳入监管制度。

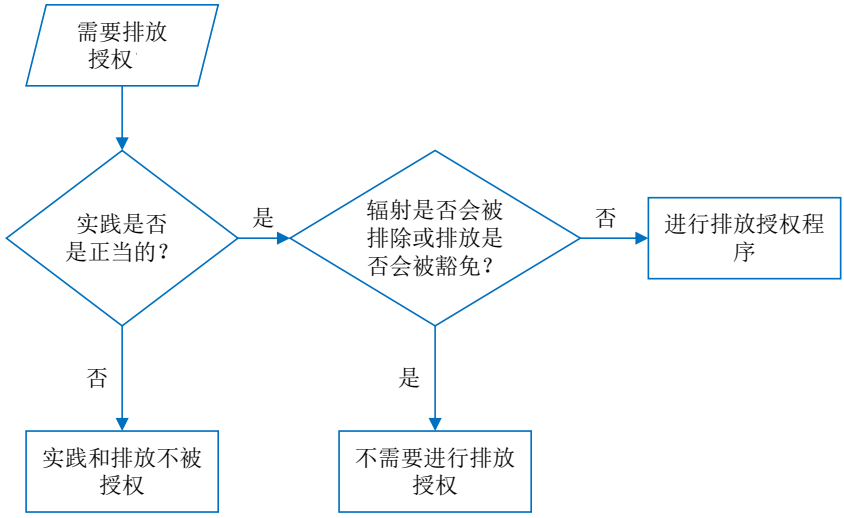

图 1. 决定是否需要排放授权的决策程序。

4.3. 对于某些类型的实践（例如，用于医学诊断中的短寿命放射性流出物或小型实验室研究用的放射性示踪剂），可普遍获得排放豁免许可的要求，或根据具体的项目逐一决定。如果要一般性地给予豁免，则监管机构应明确在何种条件下对哪些特定实践应给予排放豁免。豁免是监管体系内的一项决定，监管机构可对豁免条款进行修订。在给予豁免的情况下，不需要核准排放，监管机构可通过简单的核查来确定给予排放豁免的条件是否仍然适用，例如从获得放射性流出物的记录中可以估算出排放到环境中的放射性活度。

4.4. 在某些情况下，监管机构可以决定，一种实践和相关的排放只需要通知（而不需要核准）。只有在正常运行期间造成的公众剂量较低（例如，与相关剂量约束相比很小）、潜在辐射的可能性和危害程度可忽略不计、以及监管机构认为豁免不适用的情况下，才应单独使用通知。这通常可以根据以往的经验或通过初步定性评价加以确定。通知使监管机构了解排放情况，并使监管机构有机会不断评审排放情况。如果要使用通知，监管机构应考虑制定明确的标准，例如，根据所涉及的放射性核素或某一特定时期内允许达到的最大放射性活度。

5. 排放核准程序

5.1. GSR Part 3[3]将“核准”定义为“监管机构或其他政府部门以书面形式允许人员或组织……规定的活动”。排放控制作为一项重要措施，应在排放设施或活动的审批过程中，以及在排放设施或活动的全生命周期不同阶段予以实施。排放核准适用于实践活动不能豁免且通告不充分的情况。

5.2. 监管机构应采用分级概念，编制设施和活动的核准程序，包括排放规定条款，与对公众和环境辐射影响的预期保持一致。[15]

5.3. 核准可以采用注册或许可证的方式。具体参照国家安排，根据与设施或活动有关的辐射水平，以及意外情况下向环境释放放射性物质的可能性和后果来决定。

5.4. 下列设施和活动应通过注册方式获得核准：

(a) 安全主要通过设施和设备的设计来保证；

(b) 运行程序的执行简单、操作稳定；

(c) 对安全培训需求最小；

(d) 以往的经验表明，这类运行的安全问题很少[3]。

注册通常以通用术语表示，但可能附有特定条件或限值。注册最适合那些辐射风险很低且运行稳定的实践活动。注册适用实例，例如短寿命放射性核素在标准化生物测定（如放射免疫测定）中的使用。监管机构应具体说明可通过登记获得核准的实践活动。

5.5. 其他情况下，应采用许可证方式获得核准，严格按照正常运行期间公众的预期辐射程度，以及潜在辐射的可能性和程度对相关的运行限值和条件进行分级，并根据预评定进行评价。监管机构应确定排放核准书所附运行限值和条件的严格程度，同时考虑到 (a) 辐照的可能程度及预期的量级（规模程度）；(b) 设施或活动的特点；和 (c) 附加因素，如源项的特点、预期辐

[15] GSG-10[7]就确定简单或复杂的辐射环境影响评定是否适合某一设施或活动提供了指导；GSG-10[7]表 1 列出了相关因素。同样的因素也可用于采用分级办法，以确定在设施或活动的核准书中列入排放规定所需的详细程度。

射水平、活动或设施的安全特性（例如，设计中考虑的安全屏障类型和工程特性）以及场址的特性。

5.6. 对于简单的设施或活动，例如那些有限数量放射性流出物，就会对公众和环境造成重大放射性影响的，核准程序通常应由单一阶段组成。监管机构可提供一般性指导，确定排放限值的过程中应包括的内容，并在可能的情况下提供必要的评定方法。

5.7. 对于复杂核设施等，整个核准过程可能有多个阶段，与设施寿命的不同阶段有关，从选址和场址评价到退役和解除监管。图 2 改编自原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-12 号《核装置的许可证审批过程》[4]图 1，示意性地描述了核设施等复杂设施寿期内的各个阶段，以及应考虑排放控制的要点。水平箭头表示时间的进程。实线垂直箭头表示控制排放可以视为与监管机构初步沟通的一部分，并说明在运行前监管机构何时设定排放限值。虚线垂直箭头表示，如果在运行阶段发生了重大变化，则根据运行经验，何时考虑对排放限值进行评审。在某些情况下，监管机构可考虑设施设计方（例如核电厂供应商）提出的通用设计，以便在确定具体地点之前设定通用的临时排放限值。这将有助于提高后续特定地点的核准程序的效率，特别是如果要在若干地点建造同一类型的设施。

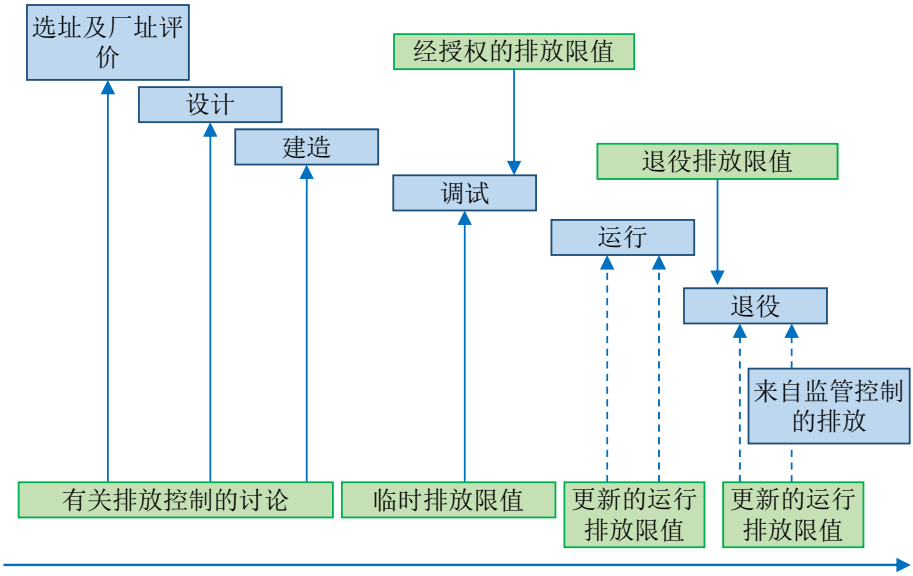

图 2. 设施寿命阶段及应考虑控制排放节点的示例。

5.8. 在综合设施的选址、设计和建造阶段，申请者应向监管机构提供与公众辐射防护最优化有关的信息，例如：(a) 可能向大气和地表水排放的信息，以及这些排放对公众和环境的辐射影响；(b) 废物的产生；(c) 现场废物管理及其对工作人员的影响。这些信息应足以使监管机构就优化程序的适宜性形成意见。

5.9. GSR Part 3[3]规定，为了设定排放限值，必须考虑按照监管机构的要求进行的辐射环境影响预评定的结果。应在选址、设计和建造阶段期间或之前对设施和活动将要进行的辐射环境影响评定的指导意见载于原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号《设施和活动的预期放射性环境影响评定》[7]。

5.10. 应在运行阶段评审排放核准，作为设施或活动定期安全评审的一部分[3]。在评审现有核准时，应考虑到可能影响公众辐射途径的任何重大变化。这种重大变化可包括设施特性和运行的变化、排放特性的变化、输入用于计算剂量的模式的参数的变化、人口习性或地点的变化以及环境扩散条件的变化。

5.11. 在运行阶段结束时，可能需要新的或修订的排放核准，以便考虑到退役过程中排放的可能变化。应在退役活动开始之前设定新的排放限值。在某些情况下，运行和退役活动可能重叠；在设定相关排放限值时，应适当考虑这种可能性。

5.12. 设施退役后是否解除监管控制，一定程度上取决于是否仍然需要核准排放。对于某些实践（例如铀矿开采或加工），退役后可能有必要对公众辐射进行某种形式的控制，因为仍有可能发生对环境的残余排放。对于这种情况，监管机构应具体说明退役后为尽量减少公众辐射所需的控制措施，并具体说明在相关情况下必要的环境监测计划。

制定排放核准书

5.13. 一旦确定需要排放核准，监管机构应制定申请排放核准者遵循的程序。核准过程的步骤如下所示：

(a) 监管机构应具体说明所审议设施或活动的相关剂量约束（见第 5.15—5.19 段和附件）；

(b) 申请人应说明所确定的排放和主要辐射途径的特点，以便充分评定代表人的受照情况；

(c) 申请人应考虑尽量减少因排放而产生辐射的措施，并考虑所有相关因素后，提出保护公众和保障公众安全的最佳措施；

(d) 申请人应评定代表人的剂量。这可能需要多次迭代，首先进行简单、保守的一般性评定，必要时进行更详细、针对具体地点的研究；

(e) 申请人应将评定结果提交监管机构。监管机构应评价申请人使用的模式和假设是否适当，应将评定结果与剂量限值和剂量约束进行比较，并评价评定剂量是否满足为公众提供最佳防护的需要；

(f) 监管机构可依据源项监测和环境监测计划，建立排放限值和运行期间应遵循的条件；

(g) 监管机构应在确信模式和假设有效，且剂量不会高于最优化水平时颁发排放核准书。

图 3 说明了根据上述步骤设置排放限值的过程。流程中的各种要素在以下小节中进行了描述。

5.14. 图 3 所示的过程确定监管机构的行动和申请人的行动。在设定排放限值时，申请人和监管机构应定期接触和讨论为估算剂量所作假设的有效性和最佳排放限值，并考虑讨论中的运行限值和条件可能对设施和活动的运行产生的影响。还应考虑到没有排放到环境中而是存储起来的液态或气态的废物以及职业人员的剂量的安全性。这一过程应以迭代的方式进行，以便从安全和辐射防护的角度达成可接受的最佳解决办法。

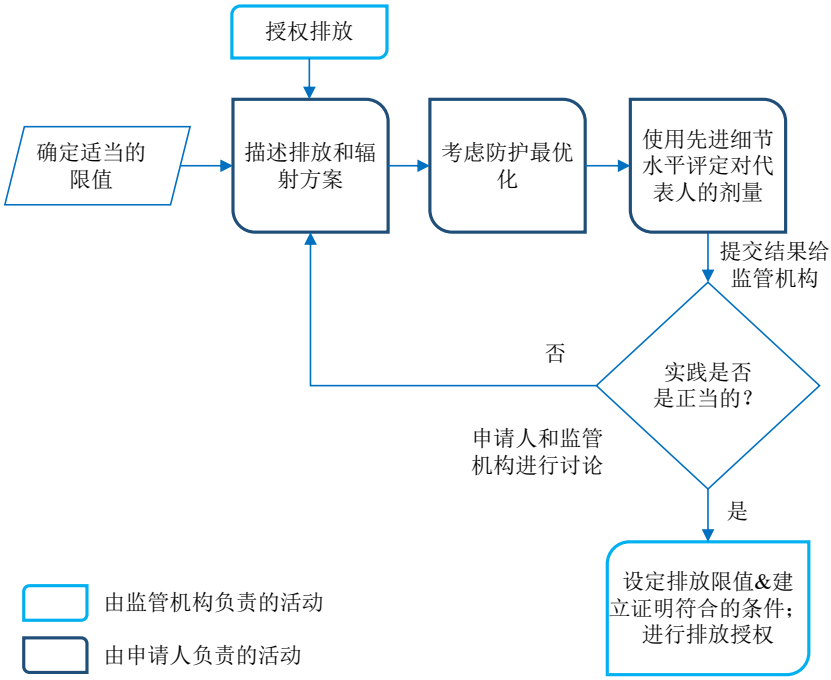

图 3. 设置排放限值的步骤及相关责任方。

排放控制下剂量约束的确定

5.15. 政府或监管机构负责制定或核准在正常运行期间公众防护最优化的相关源项剂量约束。每个特定源项的剂量约束，除其他外，旨在确保该源项和所有可能导致公众受照的核准源项的计划运行所产生的剂量之和保持在剂量限值之内。在具体规定剂量约束时，可考虑当地本底辐射对辐射剂量的贡献。

5.16. 为单一来源设定的剂量约束应以年有效剂量表示；剂量约束应低于所有受监管源在计划辐射情况下对公众设定的有效剂量限值（即 GSR Part 3[3]要求的每年 1 毫希沃特），并高于每年 10 微希沃特数量级的剂量。因此，从实际意义上讲，剂量约束应在 0.1 至<1 毫希沃特的范围内选择 [16] [7]。

5.17. 作为预期评定的一部分，在规划防护和安全措施时应使用剂量约束，而不应将其用作设施运行期间应使用的替代剂量约束。更具体地说，超出剂量约束不应视为管理违规，而应视为超剂量限值的事件。

5.18. 在设定剂量约束时，政府或监管机构应考虑以下因素：

(a) 与公众辐射水平相关的本地特征，例如辐射途径、生活习性和辐射时长；

(b) 其他核准设施和活动或可预见的未来设施和活动对剂量的可能贡献。

5.19. 虽然剂量约束的设定应取决于具体设施或活动及其所在地的预期辐射条件，但国家主管部门可以为具有类似设计或类似特点的设施或活动（如核设施、铀矿开采和加工、工业和医疗应用）制定一般剂量约束。附件进一步说明了在公众防护最优化过程中通用和特定剂量约束的具体规定和使用。

排放和辐射情况的描述

5.20. 应进行运行前分析，以确定在设施运行或开展活动期间可能排放的放射性核素清单、可能的排放途径和排放量，以及可用于估计公众剂量的其他相关数据。分析可基于对所审议实践的具体分析或类似实践的经验。

5.21. 是否需要按照分级办法详细说明排放情况，应取决于公众所受剂量的预期大小。对于使用非密封放射性物质的小型设施或活动，例如医院的研究实验室或核医学部门，应考虑是否可以根据估计的排放量评定排放情况，同时考虑放射性核素的衰变。对于核燃料循环设施，应根据减少排放所用技术的设计、拟定的运行特性和效率来估算排放。也可以利用其他地方已在运行的类似设施或活动的资料[21]。

[16] 如果认为有必要，监管机构可确定需要哪些额外限制，以确保 GSR Part 3[3]为公众规定的剂量限值在计划辐照情况下，由于核准的不同实践，所有辐照的剂量贡献之和不会超过。

5.22. 不同辐射途径的相对重要性取决于排放的性质和途径以及放射性核素的理化特性。辐射途径的性质应考虑到流出物是向空气还是向水排放，如果是液体排放，则应考虑是向海洋、河口还是淡水环境排放。在向大气排放的情况下，应考虑到该地区及其周围的气象数据，以及放射性物质可能沉积在陆地上并随后转移到农作物和动物体上的情况。在向水排放的情况下，应考虑到水的用途，如饮用、渔业和水产食品的生产、灌溉和娱乐。医院和小型研究实验室等一些设施可能向下水道系统排放放射性核素，这可能导致个人因职业（例如污水处理厂工作人员[17]）或因将经过处理的污水污泥用于填埋或农业目的而受到辐射。关于选择辐射途径、使用气象和水文数据以及环境转移和剂量评定的指导意见 GSG-10[7]。

5.23. 应开展运行前本底调查，以确定设施运行前周围地区的现有本底辐射水平，包括确定外辐射水平以及环境中的放射性核素活度浓度（如水、土壤、植物、作物、食品）。该调查用于确定一个基准，在该基准之上可确定排放的实际影响。由于天然本底辐射的变化以及过去的实践、事故或核武器试验后的全球沉降物可能造成的残余污染，这一基准可能因地点而异。对于排放天然核素的实践而言，确定基准尤为重要（见第 6 部分）。原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号《辐射防护的环境和源监测》[9]和参考文献[22]中提供了关于进行运行前本底调查的指导细则。

5.24. 如果排放可能对所属国家管辖或控制的领土以外地区造成重大公众辐射，营运组织应评定排放对这些地区公众和环境的辐射影响。假如要在靠近国家边界或国际水道的地方建造设施，并且受照剂量最高的个人可能居住在邻国时，这种评定就特别重要。

防护与安全最优化的考虑

5.25. 防护与安全最优化是建立排污许可制度的关键环节，涉及多个方面。对于可能导致公众辐射的排放设施，最优化应成为设计和规划过程的一部分，并应在设施的整个寿期内不断进行评审。与排放有关的优化是整个实践的防护和安全最优化的一部分。

[17] 这类工作人员受到与公众相同的剂量限值；见 GSR Part 3[3]第 3.78 段。

5.26. 优化对放射性排放的保护不仅仅是考虑在正常运行期间与排放有关的辐射风险与任何减少费用之间的平衡问题。还应考虑废物管理决定对职业辐射和整个设施安全的影响。例如，减少排放可能导致贮存在工地上的放射性废物增加，职业辐射也相应增加；因此，这种减少可能不是最佳的解决办法。原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-3 号《放射性废物处置前管理的安全论证文件和安全评定》[23]载有关于优化设施或放射性废物管理活动设计的指导意见。

5.27. 优化应包括评审减少排放的现有备选办法以及这些办法影响的所有方面。在选址和设计的早期阶段可以取得很大成就，因为可以考虑到在其他设施和活动中采用的良好技术和实践。运行过程中可能产生的液态和气态放射性废物，应考虑废物最小化，及后续放射性流出物的处理。

5.28. 放射性流出物的主要处理方式是贮存，以便短寿命放射性核素（如以液体和气体形式存在的）在释放到环境之前可以衰变，或者是从流出物中除去放射性核素（例如离子交换树脂、HEPA 过滤器）。在这两大类中，可能又有多种不同的选择；应查明这些备选方式，并综合考虑其利弊。

5.29. 防护和安全最优化应考虑剂量约束和防护范围。应反复分析每种选择的防护方案对公众和工作人员剂量的影响。

5.30. 在最优化过程中，通常需要在各种选择和其他因素之间进行一些权衡。这些措施包括：

(a) 如果采用残渣固化，则应权衡排放剂量和与固体废物处置后的剂量差异；

(b) 公众辐射和职业辐射之间的权衡（即减少公众辐射，但由于改进了流出物处理系统而增加了职业辐射）；

(c) 在特征已知，但确定性程度不同的选项之间作出选择；

(d) 非放射性影响与常规健康和安全；

(e) 意外释放的风险增加（如大型贮罐泄漏）。

5.31. 无论在确定最佳选择时采用何种方法，都应认识到，必须就所涉因素的相对重要性做出判断。做出这些判断应涉及监管机构和业务组织之间的对话。关于优化的讨论还可涉及不同的主管部门，例如负责核安全、保护工作人员、保护公众和保护环境的主管部门。

5.32. 当预计公众剂量为每年 10 微希沃特或以下时，通常不应要求进行优化，因为进一步减少剂量的努力一般不能满足最优化的要求。

特定放射性核素监管控制与防护最优化

5.33. 尽管监管控制与防护最优化的要求必须适用于所有类型的设施、活动和放射性核素，但应特别考虑到某些实践中使用的某些含放射性核素流出物的特性。这些特性包括在管理放射性同位素在医学中的应用或某些设施的运行或某些活动所产生的放射性废物方面的技术困难。例如，在核医学中使用未密封的放射源，将其作为医疗的一部分给予病人，或对大体积低放射性流出物活度浓度气态或液态流出物的管理，例如核电厂冷却剂系统中的中子活化物。

5.34. 对于这种实践，某些特定放射性核素的排放可能需要营运组织和监管机构在具体说明和商定防护与安全方面的最佳解决办法时给予特别考虑。这种考虑也可能导致需要采用适当的方法对这些排放进行监管控制。这类放射性核素包括从一些核设施排放的氚和碳-14，以及医院用于核医学治疗的碘-131。

5.35. 对于这些特定实践和放射性核素，营运组织应在与监管机构讨论时，具体说明最佳的排放办法，同时考虑到以下几点：

(a) 控制这些放射性核素排放有关的技术特点，例如在符合特定实践需要的范围内（特别是对于低浓度放射性核素的大量液态或气态流出物）提供减排技术；

(b) 经济特征，例如废物减少技术的成本，在这类实践的防护与安全最优化框架内，这种成本可能过高和不正当；

(c) 社会考虑，例如公众接受所考虑的实践类型，以及从设施或活动类型中获得的个人和社会利益；

(d) 环境和效率方面的考虑，例如废物减少技术所产生的任何危险化学物质的排放或高能耗的影响；

(e) 安全考虑，例如长期安全贮存大量固体、液体或气体放射性废物的安全考虑，以及意外释放的风险；

(f) 与放射性废物管理有关的问题，例如与运输和贮存大量低放废物有关的问题 [18]；

(g) 辐射防护方面的考虑，例如工作人员在减排过程和废物贮存方面接受的个人剂量和集体剂量。

5.36. 监管机构和营运组织应考虑到，对于上述具体实践和放射性核素，从辐射防护角度来看，最佳管理办法可能不会导致采用昂贵的废物减少技术，而是可能导致酌情采用更严格的措施核查营运组织和监管机构的遵守情况。最佳管理办法和选择这一办法的理由应由营运组织提出，并在可接受的情况下由监管机构核查。比核查包括核设施在内的复杂设施的遵守情况更严格的措施是放射性核素源项监测和环境监测计划；更详细地评价对代表人的剂量，包括确定相关的辐射途径；并经常地向监管机构报告排放情况。

决策辅助手段

5.37. 根据具体情况，最大限度地保护公众的过程可以包括使用各种定量和定性技术。在最优化过程中，应酌情使用正式的决策辅助技术。正式的决策辅助技术的优点是，它们允许明确识别决策中涉及的每个元素。如果对代表人的剂量评定非常低（例如，一年内约为 10 微希沃特或更低），则通常不需要对防护最优化进行正式分析。

5.38. 已提出用来确定防护最优化的技术也可用于排放[25]。决策辅助技术包括成本效益分析和多属性分析方法。成本效益分析的主要局限性是，它要求以货币形式对所有因素进行明确的估价。这往往限制了优化过程中可包含因素的范围。多属性分析方法不一定需要这种明确的估价，可能是更灵活的辅助决策技术，因为它们允许考虑其他因素。例如，时间和空间的公平性、公众的风险感知以及意外释放的可能性是可以通过多属性分析方法考虑的。还可以考虑投资和运行成本随时间的分布情况。

最佳可用技术

5.39. 在最大限度地保护公众方面，应考虑管理放射性废物和流出物的措施以及这些措施的实施方式，并与其他可能的方案进行比较。一些国家[26]

---

[18] “低放废物”是指高于解控水平但长寿命放射性核素数量有限的废物（见原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-1 号《放射性废物的分类》[24]）。

和某些国际框架[27、28]以及其他行业采用了“最佳可得技术”等概念。如果技术得到核实，最佳可用技术的使用就相当于优化，而这些技术的使用不仅仅是考虑哪些技术可用于或可能用于减少排放，而是考虑整体情况以确定最佳的防护水平，包括备选方案的可用性和所需费用。最佳可用技术概念在减少放射性核素向环境排放的特定工艺、设施或操作方法中的应用在优化保护框架的附件中有更详细的描述。

集体剂量的使用

5.40. 另一种可纳入优化过程的方法是估算管理排放的备选方案给公众造成的集体剂量，并对这些备选方案进行比较。

5.41. 集体剂量是特定人群所遭受的来自某一来源的总辐射剂量[3]，它可以通过将辐射群体的平均剂量乘以该群体中的人数[25、29]来获得。在估算公众的集体剂量时，应避免采用不适当地汇总，例如在较长的时间内和广泛的地理区域内个人剂量极低（即应设定截止条件）[25]。集体剂量只应用于选项的比较，任何应用于计算的截止条件必须一致，比较才有意义。

5.42. 采用不同方式的集体剂量，来帮助选择对公众最佳的防护水平，例如，为辐射危害分配货币成本，并将其与减少排放的每种备选方案的成本进行比较。本“安全导则”未对集体剂量的使用提供详细指导；然而，在充分考虑和保守的情况下，通过比较不同技术的保护结果，集体剂量的使用可能是最优化的一个实际手段。集体剂量不得用于预测健康影响[30]。国际放射防护委员会出版物第 101 号[25]更详细地描述了集体剂量的最优化和使用。

代表人所受剂量评定

5.43. 确定排放许可时，应考虑到与设施或活动相关的辐射风险相称的辐射环境影响评定结果[3、7]。为设定排放限值，应使用公众剂量的预期估计值来确定符合既定辐射标准的可接受最佳排放水平。

5.44. 估计公众可能产生的有效剂量取决于若干因素，例如源项的特性、放射性核素在环境中的行为及其向人的转移、辐射时间和其他相关因素。这些因素在受照人群中引起有效剂量的很大变化。为设定排放限值，应评定受照人群中高辐照人群（即代表人）的个人剂量。代表人所受剂量“相当于并代替‘关键人群组’的平均剂量”[25]。

5.45. 在开始估算代表人所受的剂量之前，申请人应就评价的范围和详细程度以及应分配给评价的资源作出判断。这些事项应与监管机构讨论并征得其同意。

5.46. 评价模式的详细程度应取决于所考虑的设施类型、排放的性质和信息的可获得性，并应符合分级办法。为了有效利用评价资源，一种结构化的迭代方法用于评定代表人所受剂量。这种方法应从基于非常保守（保守）假设的简单评定开始，并应在每次迭代中加以改进，必要时逐步使用更复杂的模式，具有更接近实际的假设和更具体的位置信息。

5.47. 按照分级办法，一般评定的使用应限于评价小型和简单设施或活动的影响，这些设施或活动采用标准化的方法，产生可预见的低至极低的排放。GSG-10[7]提供了关于在不同细节和现实性层面进行评定的指导。根据设施或活动的特点，可能存在间断性排放，导致其场所内的公众辐射（例如，医院使用碘-131 进行诊断和治疗），或导致通常不受职业辐射的工作人员的辐射（例如，处理设施或活动流出物外部工厂的工作人员）；这种情况应在评定中仔细考虑。

5.48. 为了估计代表人所受剂量，在复杂核设施（见图 2）寿命的早期阶段，例如在关于控制排放或设定临时排放限值的初步讨论期间，也可以使用通用方法。一旦在核准过程中获得了更多的信息，就应遵循这一通用方法，进行更具体、更实际的评定。GSG-10[7]就核准过程中对不同设施和活动进行预期放射性环境影响评定所需的详细程度和信息类型提供了指导，这也适用于确定排放限值的评定。

5.49. 当估算的代表人所受剂量超过剂量约束时，应考虑预计排放量的减少或其特性的变化（例如排放位置的变化）。否则，应进行更详细的评定（使用特定地点的数据或更实际的模式）。无论如何，如果使用一般的保守评定，则应确保不会过度影响最优化过程。在计算中采用可能大大高估剂量的保守假设可能导致不符合辐射防护最优化原则。

5.50. 作为代表人特征的习惯（例如食物消费、室内或室外居留因子、当地生产食品的消费）应采用代表受辐射程度较高的少数人的典型习惯或特征。某些特定辐射途径的习性数据，如牛奶和作物的消费，采用分布中最高百分位数的数据（如 95%区间内）。然而，不是所有的极端习惯都应该用来代表代表人，以避免高估。极端或不寻常的习惯不应作为代表人的特征[25]。

5.51. 在评定环境中代表人所受剂量时，应考虑以下三种主要辐射途径：

(a) 环境介质中放射性核素的外辐射；

(b) 吸入空气的吸入内辐射；

(c) 摄入水和食物的食入内辐射。

外辐射可能由悬浮在空气中或沉积在地面或其他表面上的放射性物质引起。为评定内辐射所致剂量，应考虑待积剂量 [19]。参考文献[7、15]提供了与代表人所受剂量评定有关的辐射途径的更多细节。

5.52. 在一些设施或活动中，公众外辐射的贡献是通过 γ 射线直接辐射，在某些情况下，还可通过天空散射 γ 射线辐射（天空辐射）。例如贮存在设施中的辐射源（例如乏燃料、放射性废物）、设施或活动中使用的辐射源（例如工业辐射装置）和设施的部件（例如核反应堆、冷却剂系统、蒸汽系统）。当直接辐射影响到代表人的辐射条件时，设定排放限值应估算并考虑由此产生的剂量，以便不超过既定的剂量约束。

5.53. 设施或活动最初核准的排放是基于前瞻性评定结果，采用数字环境模式来评定空气或水中的活度浓度。随后，应使用环境转移模式和参数评定有关的其他环境介质（如沉积物或食品）中的活度浓度、估算剂量。扩散和转移参数在参考文献[15]中给出。应考虑长半衰期放射性核素及其子体在环境介质中的累积和增长。

5.54. 环境中扩散和转移的评定模式应适合应用的情况，以确保评定方法适用于在所有合理可预见的条件下都满足要求。应当对模式进行核实。在可能的情况下，应通过将结果与类似辐射假想方案的模式数据进行比较，或至少通过参照其他适当模式的基准程序，对选定的模式进行核实。可以使用不同的方法，包括不同的计算工具和输入数据来进行评定[15]。监管机构应与申请者和其他相关各方讨论，决定哪种方法最适合进行特定的评定，并应使采用的方法与评定的目的一致。GSG-10[7]提供了更多关于评定方法以及用于评定正常运行期间排放的模式和数据特点的信息。

---

[19] 待积剂量是预期由摄入而导致的终身剂量。进一步资料详见原子能机构以前出版的导则：国际原子能机构《限制放射性流出物向环境排放的原则》，国际原子能机构《安全丛书》第 77 号，国际原子能机构，维也纳（1986 年）

5.55. 在确定代表人的辐射时，应考虑到不同的年龄组。一般而言，考虑三个年龄组（1 岁婴儿、10 岁儿童和成人）的辐射情况就足够了。在某些限定情况下[25]，可能还需要考虑胚胎或胎儿以及母乳喂养的婴儿的辐射，例如排放的某种放射性核素，对胚胎或胎儿以及母乳喂养的婴儿的辐射可能更严重（例如，放射性碘的排放）。

5.56. 在确定代表人时，应确保与设施或活动最近的人群不是唯一被考虑的群体。应考虑较远地点的人口群体，这些群体由于其特定的生活习惯而可能受到更多的影响。例如，这可能是一群生活在离工厂有一段距离的城镇，但吃的是排放点附近水域中鱼的人。

5.57. 代表人的地点和生活习惯应在考虑设施或活动寿期情况下，根据目前和未来的环境条件、土地利用、人口的空间分布、粮食生产、销售和消费以及其他相关因素，在合理可预见的范围内予以规定。

5.58. 在确定仅有少量当地人口或没有当地人口的偏远地点的代表人的位置和生活习惯时，应考虑在正常辐射假想方案基础上假设一名理论上的代表人，辐射假想方案应包括与附近区域有关的土地利用实践，如：捕鱼、狩猎或其他季节性、周期性的土地利用。

排放及运行限值和条件的核准

5.59. 排放核准应采取监管机构书面许可的形式。监管机构可在实践正当性的基础上核准排放，或施加适当的附加条件或运行限值达到防护与安全的目的。

5.60. 监管机构应正式记录关于排放核准的决定依据，或核准的修订、延期、中止或撤销的决定依据，并应及时将其决定和理由通知申请人。

5.61. 在核准排放许可证时，监管机构应考虑防护与安全最优化的结果，并按照分级方法制定或核准排放限值。

5.62. 核设施等大型复杂设施须经过广泛的核准程序，应包括排放规定，并详细规定有关运行限值和条件。这些设施排放核准相关的运行限值和条件应以营运组织可以合理地预期控制的方式表示，例如以测量的排放量（总活度或活度浓度以及排放气体或液体的体积）表示，而不是只能以估算的公众

剂量表示。较简单设施，例如设有小型核医学科、工业应用或小型化验室的医院，排放核准的运行限值和条件应更为宽松。附件进一步说明了以剂量表示的排放限值与以活度表示的排放限值的选择。

5.63. 排放限值应纳入到设施或活动的核准中，使其成为营运组织或许可证持有者应遵守的监管限值。

5.64. 排放限值的有效期应在排放核准书或其他相关监管文件中规定，并规定监管机构在认为适当时予以评审，但至少每十年评审一次。核电厂、核燃料后处理设施和放射性同位素生产设施等复杂设施排放限值的有效期应与该设施核准的有效期相同，但须定期评审。

5.65. 当预计设施或核准书所附的运行限值和条件修改会对排放特性产生重大影响时，应评审排放核准书。核设施和其他复杂设施定期进行安全评审，通常每隔十年进行一次，其中应包括对排放核准的评审。较简单的设施，例如使用有限放射性同位素的设施或活动，应定期评审，但间隔较长。一个新的实践其经验限值是有限的，监管机构应在足够长的时间后，例如在头三年内收集到足够的运行经验之后，评审其排放限值。

5.66. 排放核准书中的运行限值和条件应酌情包括以下部分或全部内容：

(a) 与设施的不同运行状态有关的限值（例如，维护和正常运行的单独核准限值）、不同季节条件和不同环境扩散条件。例如，当河水容易泛滥，或某一特定季节的天气非常干燥，以致水位偏低时，便可对排放入河流的设施作出限制。同样，在排放到潮汐海洋环境的情况下，监管机构可具体规定排放应在潮汐周期的哪个时段进行，以确保最大限度的扩散；

(b) 对在一定时间内（例如每月、每季、每年）可以排放的放射性流出物的活度或活度浓度的限值；

(c) 源项监测和环境监测的方案、系统以及向监管机构报告结果的频率（监管机构应具体说明报告的形式和要求的内容）的要求；

(d) 保存适当记录的要求；

(e) 向监管机构报告拟议修改和对辐射环境影响评定任何修订的要求；

(f) 如超过核准排放限值或违反运行限值及条件，须采取的行动；

(g) 设施或活动的排放核准的有效期和定期评审的间隔。

5.67. 排放限值应有一定的弹性裕量，以满足运行中的变化和预期的运行。由监管部门判断应给与多大的弹性裕量，至少应允许正常运行所预期的排放，如核医学部门病人处理量的增加或核电厂维护期间大气排放的增加。类似设施的以往经验可提供关于应允许的最低弹性裕量的有用资料[31]。作为优化过程的一部分，在设定排放限值时应考虑到运行灵活性的需要。

5.68. 应规定不同放射性核素或放射性核素组的排放限值，具体取决于：

(a) 测量单个放射性核素的可行性；

(b) 放射性核素对代表人的剂量意义；

(c) 测量个别放射性核素作为设施或活动绩效指标的相关性。

5.69. 除了各类放射性核素的排放限值外，还可具体规定特定放射性核素的排放限值。应根据放射性核素的性质，如其放射性的重要性（例如铯-137、钴-60）或其他方面，如涉及大量放射性水平极低的液体或气体废物（例如碳-14、氚；见第 5.33－5.36 段）来确定这些放射性核素。在某些情况下，监管机构还可能对放射性意义较低但能提供设施运行或安全状态重要变化的早期迹象的特定放射性核素加以限制（例如，冷却剂系统或核反应堆蒸汽系统中吹扫产生的氚和惰性气体）。

5.70. 当放射性核素具有相关特性时，可以限制放射性核素组而不是对单个放射性核素，以便可以用总计数来测量这些放射性核素组。对于不能作为核设施常规测量的一部分进行及时分析的放射性核素（例如镍-63、铁-55、锶-90），应使用比例因子将一个测量的放射性核素与其他放射性核素关联起来。应根据足够数量的详细测量结果得出比例因子，以确定流出物中放射性核素的特征成分，使用适当的方法并考虑检测限。应定期评审比例因子。

5.71. 放射性核素的分组不仅应考虑到取样和量化排放的不同方式，而且还应考虑到剂量学因素。例如，核设施的气态排放通常被归类为惰性气体、卤素或碘放射性同位素和微粒。这一分类反映了惰性气体导致全身受到外辐射，放射性碘同位素导致甲状腺内辐射，以及颗粒物通常因吸入或摄入而对身体所有器官和组织构成潜在危害。

5.72. 分组还可以被扩展到总 α 和总 β 活度。当规定了用总 α 或总 β 计数测量的放射性核素组的限值时，该组的排放限值应根据最高比活度的放射性核素的特性来设定。在铀排放的情况下，考虑到每个铀同位素的贡献，以每年公斤为单位表示的质量限值可能比总 α 活度限值更合适。

5.73. 监管机构应在排放核准书或其他监管文件中列入需要报告的条件和异常情况，例如：

(a) 根据监管机构制定的报告标准，任何超过与公众辐射有关的运行限值和条件，包括核准的排放限值；

(b) 根据监管机构制定的报告标准，环境剂量率或放射性核素活度浓度的任何显著增加都可归因于经核准的实践的显著增加。

关于记录和报告的进一步建议见第 5.88－5.91 段。

5.74. 营运组织应根据要求，提供源项监测结果。此要求可纳入核准的运行限值和条件内，或在其他监管文件中规定。附件提供了关于可能的排放核准形式的进一步资料。

承诺声明

5.75. 为了证明排放符合限值，并为了核实用于评价代表人所受剂量的假设，应制定监测计划[9]。在控制排放和有关的公众辐射方面，有两种一般类型的监测是适用的：

(a) 源项监测，包括在排放点或在设施内（即在排放管道或在排放前的储槽）测量活度浓度或剂量率；

(b) 环境监测，其中包括测量环境介质（包括食品和饮用水）中的放射性核素活度浓度以及剂量率。

5.76. 源项监测和环境监测的要求应在监管机构的排放核准书中具体规定。监测的必要性和频率应根据辐射影响评定的风险水平来确定。

5.77. 监测计划的制定和实施应遵循分级办法。例如，在有核医学科的医院或使用短寿命放射性核素的小型研究实验室，不太可能需要进行常规环境监测。相反，监管机构可能认为，在运行之前和开始运行时，在设施附近开

展一次监测活动就足以核查遵守情况。然而，即使对于这种较简单的设施，运行程序的改变也可能导致排放增加，导致需要评审监测的必要性。

5.78. 核燃料循环设施通常需要进行源项监测和环境监测[9]。

5.79. 对于核电厂或后处理设施等复杂设施，监测计划还应提供检查设施运行状况的其他方式，并对可能导致意外排放的异常或意外情况提出警告。

营运组织的监测

5.80. 营运组织应建立和实施监测计划，以核实和证明其遵守核准限值，并对营运组织负责的源项造成的公众辐射进行评定。营运组织制定的监测计划应征得监管机构核准。RS-G-1.8[9]提供了适用于排放控制的源项监测和环境监测方面的全面指导。关于源项监测和环境监测的方案和系统的其他技术资料见参考文献[22]。

5.81. 监测计划的另一个目标是向公众提供信息，保存设施或活动对环境中放射性核素水平影响的记录，并检验环境模式的预测结果，以减少剂量评定中的不确定性[9]。根据这些目标，监测计划还应包括收集相关的辅助信息，如气象和水文数据，如有必要，根据排放水平带来的辐射风险进行收集。

5.82. 营运组织应建立适当的质量保证计划，包括排放控制和监测计划。该计划应规定在发现控制和监测方面的缺陷时应采取的纠正措施，包括样品收集和测量。

5.83. 满足下列具体条件的措施应酌情纳入质量保证程序：

(a) 与源项监测和环境监测以及收集代表性样品有关的要求，包括确定环境介质和相关取样频率；
(b) 与分析实验室的认证或资质有关的要求；[20]
(c) 测量设备的校准和性能测试程序；
(d) 测量的比对程序；
(e) 记录保存系统；
(f) 符合监管机构要求的报告程序。

[20] 如果认证被用作证明资质的一种手段，则应向有关实验室提供相关的必备条件。

监管机构的监督性监测

5.84. 监管机构应规定进行监督性监测。监督性监测的特点和用于监督性监测的资源应以分级办法为基础，并将最佳实践和科学合理的分析方法包括在内。这种监测可以由监管机构进行，也可以由独立于营运组织的另一组织代表监管机构进行。

5.85. 这种监督性监测的目的可以是下列一项或多项：

(a) 核实营运组织提供的结果的质量；
(b) 核实代表人所受剂量评定；
(c) 确定任何意外释放放射性物质的后果；
(d) 研究辐射途径，包括其他源项辐射对剂量的贡献；
(e) 提供公众保障。

回顾性评定

5.86. 证明符合性的另一种方法是对排放的辐射影响进行回顾性评定。这应包括作为源项监测或环境监测计划一部分的代表人所受剂量的评定，并在最初设定限值时，应考虑辐射途径的相关性以及在前瞻性评定时假定的相关信息。

5.87. 用环境监测数据进行回顾性评定结果，需要与排放限值所用的剂量相比较。由于在预期剂量评定中使用的环境扩散和转移模式的保守性质，使用环境监测数据确定的代表人所受剂量一般将低于使用源项监测数据计算的剂量。环境中的测量值也可能低于探测限；可能包括其他设施的贡献、事故或过去核武器试验的全球沉降；或者由于环境取样的频率和空间覆盖范围的特点（这导致数据在时间和空间上受到限制）而可能不具有代表性。

记录和报告

5.88. 源项监测和环境监测结果的记录以及对遵守情况的核查，包括对排放的放射性影响的回顾性评定，应由营运组织保存[9]。监管机构应确定报告此类结果的内容和频率。

5.89. 排放监测计划的报告应包括报告所涉期间的主要业务数据和排放数据，以及与以往结果进行比较后得出的趋势和结论。此类报告应说明排放是否在监管机构规定的核准限值内，或是否符合特定运行条件的核准限值。监查和检查的结果以及与实验室分析程序和数据的质量保证或质量控制有关的文件应酌情列入报告。

5.90. 营运组织应根据排放核准书或监管机构发布的其他适用文件中规定的标准，制定规范，及时向监管机构报告任何超过规定报告水平或核准排放限值的排放。

5.91. 营运组织还应报告由设施或活动引起的环境剂量率或放射性核素活度浓度的任何显著异常增加。

检查和执行

5.92. 监管机构应核查是否符合监管要求以及排放核准的运行限值和条件。包括对营运组织的记录（包括列出排放监测和环境监测结果的记录）进行监查，评审关于辐射环境影响评定评审结果的定期报告，评审监督性监测计划的结果，并且进行调查。

5.93. 监管机构应建立一个程序，以识别和管理任何已查明的不符合排放监管要求的情况。当监管要求（包括核准条件）未得到满足时，营运组织应酌情：

(a) 调查违约行为及其原因、情节和后果；

(b) 采取适当行动，纠正导致违约行为的情况，防止类似违约行为再次发生；

(c) 及时向监管机构通报违约原因以及已采取或将要采取的纠正或预防措施；

(d) 采取监管机构要求的任何其他行动。

5.94. 监管机构对不符合项采取的行动应根据不符合的严重程度进行分级。根据国家法律和监管制度的不同，这类行动可从简单的警告到法律程序（包括起诉）和罚款，直至暂停或撤销核准。

5.95. 排放限值的设定考虑了相关的剂量约束和优化过程。因此，任何违反排放限值的行为通常不会导致违反剂量约束。然而，任何违反排放限值的行为都应向监管机构报告，并应进行调查，必要时采取后续行动，以便不断改进。

核准书的修订、延期、中止或撤销

5.96. 监管机构应为后续排放核准的任何修订、延期、中止或撤销制定程序。更新日期应在发给营运组织的核准书中注明。

5.97. 在就核准的修订、延期、中止或撤销作出决定时，应考虑监管行动的结果，如检查、评审和评价，以及运行业绩的反馈（如超过运行限值和条件或事故的反馈）。

5.98. 在做出任何可能对剂量或运行安全产生重大影响的更改之前，应获得监管机构的核准。当这些变化可能影响设施的排放时，监管机构应评审排放核准，并在必要时予以修订。核准排放限值的任何更改应通知所有相关各方。

相关各方

5.99. 由于对放射性排放的监管既考虑到运行方面，也考虑到社会方面，例如设施中的放射性废物管理和公众防护水平的最优化，因此应酌情考虑不同利益方的意见。一个排放核准程序很可能促使监管机构、申请者和其他相关各方之间交流信息 [21]。一些相关各方可能位于其他国家，特别是邻国。

5.100. 与排放控制有关的任何信息交流可构成其他决策过程的一部分，例如政府决策过程。[22] 这类信息交流应包括社会方面的考虑，例如公众对与辐射辐射相关风险的关切，以及考虑在运行期间排放可能对公众造成的剂量。

---

[21] 在本“安全导则”中，“相关各方”通常包括代表公众成员的个人或组织、所属行业、负责公共卫生、核能和环境的政府机构或部门、科学机构、新闻媒体、环境团体[2、3]和生活在所考虑的设施或活动附近的土著人民等具有可能受到排放严重影响的特定习惯的人群。

[22] GSG-10[7]在与设施和活动有关的政府决策和核准程序的框架内处理与不同相关各方有关的信息。

5.101. 在某些情况下，排放最终核准之前，各相关各方有必要进行专门的信息交流。方式之一就是成立一个小组，反映当地公众关心的事宜，并联络运营单位和监管机构。此外，讨论的焦点是前瞻性辐射环境影响评定的结果[7]。

5.102. GSR Part 3[3]第 3.124 段指出，当排放可能引起其他国家受到公众辐射时，应建立与其他国家的信息交换需求，例如，某设施排放到国际水道或代表人位于邻国的情况。[23]

6. 关于不同工业企业中含有天然放射性核素流出物的考虑

6.1. 一般而言，对于按照 GSR Part3[3]规定的要求进行授权的设施和活动，控制含有人工核素或天然核素流出物排放的通用方法没有区别，例如核设施安装过程中的排放与核燃料系统中铀和钍矿开采和加工设施的排放。同样的通用方法包括使用剂量限值、剂量评定、剂量约束和防护与安全最优化— 或者是最尖端的可用的相关技术—与当地的国家法律法规一致。

6.2. 一些非核工业企业可能排放含有天然放射性核素的流出物。在一些国家，某些这样的企业被政府而不是监管部门管理；因此，放射性物质的排放可能不受监管。必要时，监管机构应与负责这些行业的其他国家主管部门合作，并应协调排放控制，以确保在管理任何流出物时考虑到辐射防护。[24]

6.3. 能够产生含有天然放射性核素的流出物的可控排放的非核工业企业包括陆上和海上石油和天然气的开采设施、地面和地下矿场、制造厂、核燃料循环之外的加工设备，稀土金属、肥料、磷石膏、钍、钛和使用锆砂生产陶瓷的生产过程。重金属提取过程中产生的废水通常也含有天然放射性核素。与这些企业有关的大多数天然放射性核素存在于产品、副产品和固体废物中。例如，在磷酸盐工业中，肥料中含有富集浓度的铀，而磷石膏废料中

[23] 在一些国家，例如《奥胡斯公约》缔约方，环境决定的政策要求是交流信息，有时还需要与公众和其他相关各方协商[32]。

[24] 关于涉及天然放射性物质的工业活动中的辐射防护和放射性废物管理的安全报告和技术报告已经印发（见参考文献[33－39]）。

含有富集浓度的镭。在生产稀土元素的过程中，铀系和钍系的放射性核素在废渣中富集。

6.4. 在涉及天然放射性核素的非核工业企业中，如果铀衰变链或钍衰变链中的任何放射性核素在材料中的活度浓度大于 1 贝可/克，或如果钾-40 的活度浓度大于 10 贝可/克，则应按照计划辐射情况下的排放要求控制气体或液体排放[3]。在这些核素的活度浓度低于 1 贝可/克或 10 贝可/克的情况下，监管机构仍可以要求企业出具一份基于实际辐射情况的剂量评估报告。

6.5. GSR Part 3[3]附表 I 第 1.4 段指出：

> “对于天然放射性核素，当物质的数量巨大时应根据具体情况考虑豁免……采用与天然本底辐射所致的典型剂量相当的每年 1 毫希沃特的剂量准则。”

应当考虑到，用于豁免含有天然放射性核素的大量物质的标准高于原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-8 号《公众和环境的辐射防护》[6]中通常采用的标准，也高于本“安全导则”中用于界定公众辐射剂量约束的可能范围（即低于每年 1 毫希沃特有效剂量，而高于每年 10 微希沃特的有效剂量）。在为这些情况规定剂量约束时，应酌情考虑针对天然放射性核素的较高标准。剂量约束的规范和使用见附件。

6.6. 在确定与授权给排放天然放射性核素的设施及活动或非核工业企业排放天然放射性核素相关的运行限值和条件时，应考虑以下一些重要差异：

(a) 排放并不总是来自点源，通常来自贮存材料的大面源。这意味着确定源项和在环境中的扩散会相当困难和不精确。因此，对于现有设施，应进行调查，以确定排放源的几何形状和特性（点源与面源）。或者，也可以使用适当的模式来评定面源的影响；

(b) 在评定和核实代表人所受剂量时，可能需要更多地依靠环境监测。然而，在天然本底辐射水平相对较高的区域，由排放引起的环境辐射水平的任何增加都可能被天然本底辐射的波动所掩盖；

(c) 应进行专门的评价以确定环境监测介质，以便能够及时跟踪任何环境辐射水平的增加；

(d) 在处理或贮存大量含铀或镭的材料（包括废物堆）时，可能需要评定氡的辐射剂量。放射性尘埃可通过通风系统被排放或从废物堆中重新悬浮起来。在这种情况下，应监测通风烟囱和废物堆附近的氡和灰尘；

(e) 清洗残余物中含镭较高的储罐和管道（如某些石油和天然气工业中使用的储罐和管道）可能会产生液体、气溶胶或固体放射性废物；应考虑对此类废物进行监管的必要性；

(f) 降雨量的季节性变化可能会影响放射性排放，也可能影响到采矿和加工设施运行产生的液态流出物的辐射（例如，露天矿中矿物的贮存或加工）。例如，在旱季，流出物的稀释度可能较低，而气溶胶和氡等气体的释放量可能较高。此外，在枯水期沉积之后，在丰水期沉积物可能会被水流激起；

(g) 有时排放的非放射性危害可能比与放射性危害更严重；在这些情况下，流出物的非放射性成分通常决定对流出物实行控制的严格程度。

包含大量天然放射性核素的排放是地质、气候和技术因素复杂相互作用的结果。这类排放所引致的公众辐射，涉及多种辐射途径，而单位排放的辐射水平取决于相当多的现场特定条件。这种现场特定条件可导致不同现场之间的非常大的单位排放剂量差异。因此，公众的有效剂量与排放率之间不存在简单和普遍的关系。但是，如果根据一种普遍和保守的办法，可以断定流出物没有放射性意义，就不需要进行详细的现场具体分析。[25]

7. 退役期间排放控制

7.1. 退役是一种运行后的情况，应视其为另一种须经核准的实践，需要具体的管理规定[41]，包括排放规定。一般来说，应考虑两种主要的退役方案：

(a) 永久关闭设施，立即拆除；

(b) 永久关闭设施，延迟拆除。

7.2. 典型的情况是，在退役的不同阶段，排放的流出物各不相同。例如，随着退役过程中消除放射性危害工作的推进，放射性排放可能会减少。

[25] 参考文献[40]提供了关于人为活动引起天然辐射水平升高工业流出物排放情况的参考资料。

7.3. 立即拆除设施增加了释放放射性核素的可能性，这些放射性核素原本不会被释放。延迟拆除则使得一些放射性核素在此期间得以衰变。

7.4. 设施永久关闭后的预期排放水平通常比运行期间低得多，因为所有短寿命放射性核素都已衰变。此外，也大大降低了大规模意外排放的可能性。然而，对于某些拆除活动，可能会增加低水平液体或气体意外排放的可能性。

7.5. 无论选择哪一个方案，都应考虑以下方面：

(a) 正常运行期间常规排放中不存在的放射性核素被排放的可能性。例如，在运行期间不可能排放的 α 核素，在拆除核设施时可能被排放；

(b) 需要对环境中的这些放射性核素进行调查，以确定退役前辐射水平；

(c) 运行过程中发生的事故在现场造成的任何污染都可能影响退役期间的排放；

(d) 需要在拆除设施之前修订辐射环境影响评定，尤其应确定是否已包含新的辐射途径；

(e) 需要修订排放核准，包括与源项监测和环境监测计划有关的任何条件，以考虑已确定的任何差异。监测计划应足够有效，以发现异常或未经核准的排放；

(f) 监管机构需要更为频繁的检查，特别是在设施内仍有放射性液体的情况下。

7.6. 拆除核设施的工作通常在数年内逐步进行，而且分为不同的阶段。放射性流出物的排放在不同的步骤中有所不同，应根据具体情况实行监管。在退役过程中的每一个步骤都应达到防护与安全的最优化，同时考虑在前几个步骤中取得的经验。由于在每一个步骤中可能会出现意想不到的困难和不断变化的情况，对排放的监管应反映每一个步骤中的普遍情况。

8. 以前未受监管的实践

8.1. 监管机构可调查已经向环境排放放射性核素的现有活动或排放源，但不应采用本“安全导则”所述的授权原则，或者采用监管公众辐射的不太严格的原则。在开发和充分应用符合原子能机构安全标准[18]要求的国家监管基础设施之前，就已开始运行的设施和活动，可能就是这种情况。

8.2. 监管机构应首先确定由该活动或排放源引起的辐射是否属于监管控制范围（即是否排除在安全标准的适用范围之外）。如果不在适用范围之外，监管机构应确定是否可以豁免。

8.3. 对于新的活动而言，如果必须进行排放授权，应充分描述排放特征，明确辐射途径，进行预期放射性环境影响评定[7]，并组织编制定义排放限值的程序，作为排放授权活动的一部分。

8.4. 应确定剂量约束对先前未受监管的排放源的适用性。没有适当考虑以前未受监管活动的剂量约束，不应使用在新的活动上，因为从严格意义上讲，剂量约束只适用于预期的实践。但是，监管机构可以为现有活动的未来运行建立剂量约束。

8.5. 在任何情况下，应要求营运组织证明代表人所受到来自所有排放源的剂量值总和 1 毫希沃特的有效剂量限值。此外，还应考虑是否可以进一步防护与安全最优化。

8.6. 在例外情况下，如果评定的年剂量大于 1 毫希沃特，监管机构应考虑设定授权排放限值和运行条件，以确保五年期间的平均年剂量不大于 1 毫希沃特，以及期间任何一年的剂量低于 5 毫希沃特。在采用平均剂量的这段时间内，应进行调查，以确定如何减少排放，以便在几年内使代表人所受的剂量低于 1 毫希沃特/年的限值。授权应在这段时间之后进行重新评审，监管机构应考虑撤销排放授权或修订限值和条件。

8.7. 代表人所受有效剂量的限值只适用于设施未来排放的情况。不应考虑设施过去不受监管运行时所产生的总剂量。在适当情况下，应在针对现有情况采取补救行动的框架内处理过去的运行对有效剂量的贡献[3]。

参 考 文 献

[1] 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）。

[2] 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（2016 修订版）》，国际原子能机构，维也纳（修订版编写中）。

[3] 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）。

[4] 国际原子能机构《核装置的许可证审批过程》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-12 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

[5] 国际原子能机构《核电厂运行限值、条件及运行规程》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2.2 号，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。

[6] 国际原子能机构、联合国环境规划署，《公众和环境的辐射防护》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-8 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。

[7] 国际原子能机构、联合国环境规划署，《设施和活动的预期放射性环境影响评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-10 号，国际原子能机构，维也纳（2018 年）。

[8] 国际原子能机构《核电厂的辐射防护设计》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-1.13 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

[9] 国际原子能机构《辐射防护的环境和源监测》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.8 号，国际原子能机构，维也纳（2005 年）。

[10] 国际原子能机构《核电厂和研究堆放射性废物处置前管理》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-40 号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。

[11] 国际原子能机构《放射性废物的分类》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

[12] 国际原子能机构《放射性废物地质处置设施》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-14 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

[13] 国际原子能机构《放射性废物钻孔处置设施》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

[14] 联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工局、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）。

[15] 国际原子能机构《用于评定放射性物质排放对环境影响的通用模式》，《安全报告丛书》第 19 号，国际原子能机构，维也纳（2001 年）。

[16] 国际原子能机构、国际劳工局，《职业辐射防护》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-7 号，国际原子能机构，维也纳（修订版编写中）。

[17] 国际放射防护委员会《国际放射防护委员会 2007 年建议书》，国际放射防护委员会第 103 号出版物，爱思唯尔，牛津（2007 年）。

[18] 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）。

[19] 国际原子能机构《设施和活动安全评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 4（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2016 年）。

[20] 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）。

[21] 联合国原子辐射影响科学委员会《电离辐射的来源和影响：联合国原子辐射影响科学委员会 2008 年向大会提交的报告及科学附录》第一卷：来源，联合国，纽约（2010 年）。

[22] 国际原子能机构《源和环境辐射监测计划和系统》，《安全报告丛书》第 64 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

[23] 国际原子能机构《放射性废物处置前管理的安全论证文件和安全评定》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-3 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

[24] 国际原子能机构《放射性废物的分类》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSG-1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

[25] 国际放射防护委员会《用于公众辐射防护目的的代表人的剂量评定与放射防护最优化》，国际放射防护委员会第 101 号出版物，爱思唯尔，牛津和纽约（2006 年）。

[26] 英国环境署《放射性物质监管：环境原则》，《监管导则丛书》第 RSR 1 号，环境署，布里斯托（2010 年）。

[27] 《保护东北大西洋海洋环境公约》（巴黎公约），奥斯陆巴黎公约委员会，伦敦（1992 年）。

[28] 《欧洲议会和理事会 2008 年 1 月 15 日关于综合污染预防和控制的指令（2008/1/EC）》（编纂版），欧盟官方公报 L24，欧洲共同体官方出版物办公室，卢森堡（2008 年）。

[29] 国际放射防护委员会《国际放射防护委员会 1990 年建议书》，国际放射防护委员会第 60 号出版物，培格曼出版社，牛津和纽约（1991 年）。

[30] 联合国原子辐射影响科学委员会《电离辐射的来源、影响和风险：联合国原子辐射影响科学委员会 2012 年向大会报告科学附录 A 和 B》，联合国，纽约（2015 年）。

[31] 国际原子能机构《设定放射性排放的授权限值：需要考虑的实际问题》，国际原子能机构《技术文件》第 1638 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

[32] 《关于在环境问题上获得信息、公众参与决策和诉诸法律的公约》（奥尔胡斯公约），联合国欧洲经济委员会，日内瓦（1998 年）。

[33] 国际原子能机构《评定涉及矿物和原材料工作中辐射防护措施的必要性》，《安全报告丛书》第 49 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

[34] 国际原子能机构《石油和天然气工业放射性废物管理和辐射防护》，《安全报告丛书》第 34 号，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

[35] 国际原子能机构《锆石和氧化锆工业中天然存在放射性物质残留物管理和辐射防护》，《安全报告丛书》第 51 号，国际原子能机构，维也纳（2007 年）。

[36] 国际原子能机构《含钍矿物稀土生产中天然存在放射性物质残留物管理和辐射防护》，《安全报告丛书》第 68 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

[37] 国际原子能机构《二氧化钛及相关工业辐射防护和天然存在放射性物质残留物管理》，《安全报告丛书》第 76 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

[38] 国际原子能机构《磷酸盐工业辐射防护和天然存在放射性物质残留物管理》，《安全报告丛书》第 78 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

[39] 国际原子能机构《天然存在放射性物质造成的环境污染程度和缓解技术选择》，《技术报告丛书》第 419 号，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

[40] 能源和运输总干事《欧盟天然存在放射性物质工业污水和剂量控制：对和谐社区方式现状和建议的评定》，欧洲委员会，布鲁塞尔（2003 年）。

[41] 国际原子能机构《设施退役》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 6 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

附　件

排放授权的实际考虑

约束的规范和使用

A-1.　在计划辐射情况下，公众辐射的剂量约束必须由政府或监管机构制定或核准[A-1]，为特定设施或活动设置剂量约束；然而，国家主管部门可能会对具有类似特点的设施或活动制定一般剂量约束。在某些情况下，排放授权的申请人提出了对某一设施或活动的剂量约束，这个限值必须是合理的，而且必须及时与监管机构讨论，并征得监管机构同意。

A-2.　为了建立一般剂量约束，监管机构可考虑原子能机构以前的指导意见，即根据各国核燃料循环设施中通常用于优化的个人辐射量的最大水平，建议每年 0.3 毫希沃特作为恰当的默认值。[1] 国际放射防护委员会没有明确建议对控制向环境的排放实行剂量约束，但也建议在放射性废物处置和长期辐射方面每年 0.3 毫希沃特（见参考文献[A-2 至 A-4]和表 8]）。在原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-5 号《放射性废物的处置前管理》[A-6]中规定的放射性废物处置要求中，规定了每年 0.3 毫希沃特的剂量约束，以优化对公众的保护，用于处置设施的设计、建造、运行和关闭。

A-3.　在为特定活动或设施设定特定剂量约束时，需要考虑以下几点：

(a)　场址以及与公众辐射有关的设施和活动的特点；
(b)　在经营类似设施或活动方面的良好实践和经验；
(c)　设施或活动的地点；
(d)　来自其他授权的活动和可预见的未来活动的剂量贡献；
(e)　预期的辐射条件。

还需要考虑其他因素，例如经济和社会因素，以及对此有兴趣的团体的观点。

---

[1] 国际原子能机构《放射性流出物排入环境的监管控制》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 WS-G-2.3 号，国际原子能机构，维也纳（2000 年）。

A-4. 在考虑其他核准辐射源对公众辐射的贡献时，需要考虑当地的和远处的活动以及现有的和预期的活动。例如，对于核设施，位于同一地点的其他核设施或排放到同一水体（特别是河流和小湖泊）的其他核设施可能会导致所考虑的代表人受辐射；对于城市地区的医院而言，来自同一地区其他活动的辐射源（例如工业应用、其他医疗应用）可能会导致辐射。另一方面，就偏远地区的实践（例如铀矿开采和加工）而言，认为额外的当地辐射源会增加剂量的假设可能是不适当的。

A-5. 具有多个设施的场址或存在一个以上辐射源的区域都会对代表人所受剂量产生贡献，在这种情况下，可能需要将特定剂量约束设定在一个适当低的水平。另一方面，对于位于极端偏远地区的个别设施或活动（例如铀矿），可以合理地假定没有其他的排放源，因此可以设定更高的特定剂量约束。

A-6. 设定剂量约束不仅是为了考虑其他现有或计划中的公众辐射源，也是为了指导优化每一特定设施或活动的防护，在同一地点存在多个设施或活动的情况下，以设施数目来分摊一般剂量约束可能并不总是适当的。需要根据每一设施或活动对代表人所受剂量的具体贡献，为其分配一个特定剂量约束，以确保对每一个辐射源进行了最佳防护，所产生的剂量组合不超过剂量约束。

A-7. 在医院向下水道系统排放放射性核素的情况下，污水处理厂 [2] 使用相同处理设施收集和处理多个医院排放的液体，考虑到污水处理厂的工作人员的辐射条件，可能需要设置特定的剂量约束。

A-8. 如上文各段和第 5 部分所述，在规定排放限值方面，有不同的措施和不同的选择，可优化对公众的防护水平；这些措施包括使用现有最佳可得技术（见第 5.39 段），并结合剂量约束的应用。各国可在符合国家规定的前提下，采用此类不同的方案，实现辐射防护的最优化，确保所有受控运行所产生的剂量之和保持在剂量限值之内。

---

[2] 这类工作人员通常不受职业照射监测，并受到与公众照射相同的剂量限值（见国际原子能机构《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》[A-1]第 3.78 段）；代表人可以是这样的工作人员。

A-9. 图 A-1 和 A-2 中表示了在建立排放限值中可能使用一般剂量约束和特定剂量约束的方案。一般剂量约束应设置为低于 1 毫希沃特/年的剂量约束，高于 10 微希沃特/年数量级。图 A-1 表明：设施或活动的特定剂量约束可能高于或低于一般剂量约束，这取决于确定代表人所在地点辐射条件的不同因素，例如是否存在其他辐射源，如果存在，这些辐射源可能对代表人的剂量有贡献。

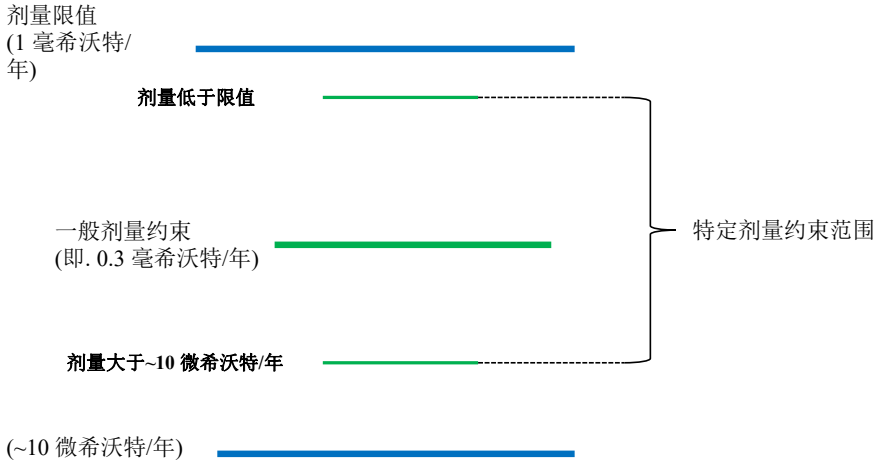

图 A-1. 一般剂量约束和特定剂量约束之间的关系。

A-10. 图 A-2 说明了在优化过程中如何将设施或活动设定的特定剂量约束作为起点，以找到在保护公众方面最优的排放水平。需要根据活动或设施的特点及其运行特点，允许有一定的运行弹性裕量。最优化的防护是设置的排放限值低于特定剂量约束，而略微高于公众剂量。弹性裕量需要根据影响排放的设施或活动的特点确定，可由申请人提出，并须经监管机构核准。

A-11. 图 A-2 用箭头表示优化过程中考虑的低于特定剂量约束的区域，其中还可以使用最佳可用的技术来找到最佳排放限值。第 A-13 至 A-21 段讨论了优化和最佳可用的技术。

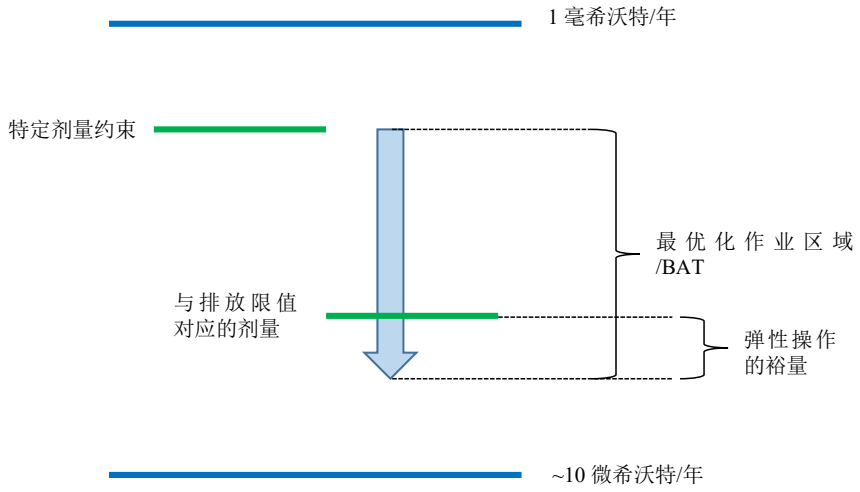

图 A-2. 用于设定排放限值的剂量。

A-12. 如果考虑到某些设施和活动在阻滞放射性核素方面的技术特点（例如，核电厂等核设施中的高效率密封和过滤系统），特别是使用限制和减少放射性核素的现有最佳用的技术，估计的排放所致剂量低于 10 微希沃特/年数量级。在这种情况下，监管机构可以考虑不要求采用第 5 部分所述的正式的最优化程序。

最优化

A-13. 正式最优化程序的应用程度取决于所涉设施的运行状况以及可能涉及的剂量和风险。如第 5 部分所述，尽量减少排放的许多备选办法可能导致固体放射性废物的增加，并在减少公众辐射和减少职业辐射之间作出相应的权衡。还可能有安全方面的考虑，例如增加意外溢漏或储罐泄漏的风险[A-7]。

A-14. 在对拟建和现有设施或活动的防护与安全进行优化时，也将涉及不同的考虑因素。新设施或活动的设计阶段可能涉及复杂的技术决策，可能需要使用正式的决策辅助技术。在这一阶段，可能会有各种可能的设计，而且有可能设计设施，以减少其运行产生的废物和排放，从而减少职业辐射和公众辐射。然而，在运行阶段，减少公众辐射的选择比在设计阶段受到更多的限制，因为在减少放射性废物和流出物的系统和工艺方面进行变化的可能

性更有限。对正在进行的排放的公众防护最优化往往是通过监管机构和营运组织之间的互动方式，根据运行经验，考虑现有技术选择和相关程序的配置来实现的[A-8]。

A-15. 放射性废物和流出物管理的方案包括对设计和运行特点、贮存和处理（包括放射性核素减少技术）以及防止溢漏的要求的评价。对于新的设施，可以通过设计来实现防护与安全最优化。在开始退役之前，可以通过选择适当的退役方案来实现防护与安全最优化。在设施的运行和退役阶段，用于防护与安全最优化的选项可能较少。然而，在运行期间，可能有机会评审排放管理的备选方案。管理方案可包括重新配置设施的存储和放射性核素减排系统，或对现有系统功能进行升级。放射性核素去除的可能减排技术和流出物控制方法在其他地方进行了描述[A-8]。

A-16. 可以采用不同的决策辅助技术来促进优化过程。参考文献中最常见的辅助决策技术是成本效益分析和多属性分析，尽管其他技术也存在。有关辅助决策技术的信息见参考文献[A-9]，关于排放控制进一步资料见参考文献[A-8]。

A-17. 一些社会和经济因素可能会影响对最优化排放水平的决定。还应考虑对子孙后代的影响、控制风险的能力、可用于作出知情决定的信息量以及相关各方的意见。还需要考虑适应和平衡不同策略的要求（例如减少排放的要求，与增加固体废物产生的废物处理措施的相关要求，以及尽量减少废物的原则）。

A-18. 需要考虑的社会和经济因素取决于所考虑的活动或设施的特点和场址的具体特征，以及国内的政治和社会压力。参考文献[A-8]提供了此类考虑的列表。

A-19. 必须考虑到的一个重要方面是国家通过关于保护人民和环境的具有约束力的区域和国际公约所确立的国际义务。《保护东北大西洋海洋环境公约》（《OSPAR 公约》）[A-10]、《保护波罗的海地区海洋环境公约》（《赫尔辛基公约》）[A-11]和《防止倾倒废物及其他物质污染海洋的公约》（《伦敦公约》）[A-12]等防止海洋环境污染的公约可能会提出额外要求，这些要求必须列入优化进程。例如，《保护东北大西洋海洋环境公约》缔约方承诺在努力防止和消除陆上设施排放造成的海洋污染时采用最佳可得技术和最佳环境实践，包括酌情采用清洁技术[A-13]。

最佳可得技术的使用

A-20. 如果规定得当，使用最佳可得技术是一种有效的优化方法，其重点是保护技术和工艺。国际放射防护委员会认识到，为了控制向环境的放射性排放，可以使用不需要过多费用的现有最佳可得技术[A-7]。

A-21. 根据欧洲联盟《关于综合污染预防和控制的第 2008/1/EC 号指令》[A-14] [3]，“最佳可得技术”一词的定义如下：

— “最佳”，就技术而言，是指在实现对整个环境的高度普遍保护方面最有效的措施；
— “可得技术”是指在经济和技术可行的条件下，考虑到成本和优势，允许在相关活动类别中实施的技术，不论这些技术是否在国内使用或生产，只要从事活动的人能够合理地获得；
— “技术”包括所使用的技术和装置的设计、建造、管理、维护、运行和退役的方式。

排放特性

A-22. 如本“安全导则”第 5.20－5.24 段所述，一旦确认需要核准，申请人应说明排放的特性。例如，这种特性可以是：

(a) 工业过程或活动及其产生的排放的假设；
(b) 放射性核素组成；
(c) 放射性核素的化学和物理形式（与环境中的行为有关）；
(d) 排放路线和排放点，包括烟囱高度、出口速度、出口温度、最大和平均排放速率等方面；
(e) 预计一年内排放的各种放射性核素的总量；

[3] 欧洲联盟委员会编制了一系列关于将最佳可得技术应用于具体工业的参考文献，例如根据《综合污染预防和控制指令》和《工业排放指令》编制的参考文献；这些文件提供了有关技术、使用的工艺、目前的排放水平、在确定最佳可得技术和新出现的技术时需要考虑的技术的信息。见：http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/。

(f) 预计排放的时间模式，包括如果不能假定恒定的释放率，短期排放增加的必要性和可能性。

A-23. 对于现有的受监管设施，监测计划中关于实际排放特性的信息已经存在，这些特性可视为定期安全评审过程[A-8]的支持信息。对于新的或以前不受监管的设施，可以根据对其他地方类似设施的了解或根据工程分析来确定排放的特性。在这两种情况下，一般都必须了解产生特定流出物的方式，以确定排放与运行参数之间的关系，如核电厂的能源生产数字，以及废物处理或废物减少技术可能对排放量产生的影响。

排放核准书的格式

A-24. 核准排放限值可以以多种方式设置，并且可以基于代表人所受剂量的限制、排放的放射性核素的量或者液体和气体中的放射性浓度[4]，在大多数情况下，这一选择取决于监管机构的偏好和实用性，以及监管机构要求许可证持有者证明遵守规定的方式。

A-25. 一些监管机构倾向于用剂量来表示这一限值，因为它直接关系到实际的辐射影响，并使排放限制制度的目标更加明显。另一方面，其他监管机构则认为，对排放的放射性核素的活度或活度浓度设定限值，是为了更密切地反映需要控制和测量的量，与营运组织为控制排放所需采取的行动更密切地联系在一起。

A-26. 以剂量（即每年毫希沃特）或放射性核素的活度或活度浓度（如每年贝可或每升贝可）表示的限值并不存在根本差别。使用任何一种方法都是正当的，因为代表人所受剂量和放射性核素的量（或活度浓度）大致成比例，而且一种方法可以毫不费力地转换成另一种方法。然而，虽然放射性核素的量或浓度是可直接测量的量，但公众所受的剂量始终是以评定为依据的[A-8]。

[4] 如果排放限值是根据活动浓度设定的，则必须与某一特定时期的总活度或流出物总量相关，通常是每年。

放射性核素分组

A-27. 当以排放的放射性核素的量来规定排放限值时，通常需要为不同的放射性核素规定单独的限值。例外情况是，设施只排放少量放射性核素，例如医院只使用碘或锝-99m。对于大多数设施和活动，排放是不同放射性核素的混合物。在这种情况下，为每一个放射性核素规定限值是不常见的，被认为是繁琐和不必要的；相反，可以为一组放射性核素设置一个限值。影响放射性核素分组的因素包括在组内测量一种或多种放射性核素的可行性、作为设施性能指标的用途以及对代表人所受剂量的贡献。

A-28. 对于排放各种放射性核素的大型设施，通常对具有类似特性的放射性核素组规定限值，但也可对被认为具有特殊意义的特定放射性核素规定限值。关于放射性核素分组的指导意见见第 5.70－5.72 段。氚和碳-14 具有特殊意义，应考虑特定限值和考虑因素（见第 5.69 段）。

A-29. 某些放射性核素组的核素通常以固定的比例排放，因此一个放射性核素的出现则表明了该组中其他放射性核素的存在，这种情况下将其分为一组是适当的。这种分组的优点是在拟订和适用限值方面都很简单。最易检测到的放射性核素通常用于确定该组的排放限值。[5]

A-30. 在某些情况下，监管机构可在核准书中对特定放射性核素明确排放限值，这些特定核素可提供设施运行状态变化的早期迹象，或对代表人所受的总剂量有着特别高的贡献。当规定放射性核素组的限值时，通常是根据该组中放射性毒性最强的核素特性来确定该组的限值。

特定场址或设施的特定限值

A-31. 排放限值可以指定为整个场址、场址内的每个单元，甚至指定为每个排放点，例如烟囱或管道。此处的单元是指产生气载或液体废物的可识别实体。例如，在一个大型医院，可能有一个核医学设施、一个废物处理设施和一个焚烧炉，每一个设施都有自己的排放点，每一个设施都可以被视为一个独立的单元，可以规定排放限值。在核电厂场址，每个单元可以是核反应堆。一般而言，监管机构将对每个单独的单元规定排放限值，但在某些情况下，监管机构将只对场址规定限值，而不对单独的单元规定限值[A-8]。

---

[5] 如果有理由相信该组中各种放射性核素的比率可能发生变化，则可能需要进行定期评审。

证明符合性的时间间隔

A-32. 预计显示遵约情况的基本间隔通常是一年，通常是一个日历年，但也有使用滚动的 12 个月。后一种办法的优点是，它允许监管机构对设施进行更密切的监督，但在管理上实施起来比较麻烦。在某些情况下，间隔可以与运行周期相关联，运行周期可能超过一年。

A-33. 虽然几乎总是使用年度排放限值，并将其视为主要的监管控制手段，但一些监管机构认为有必要规定较短时期的排放限值（例如每月或每季度）。如果担心在设定年度排放限值（例如估算代表人所受剂量）中使用的平均假设的有效性不适用于短期增加的排放，那么可以证明，对于这种情况，需要使用在较短时间内有效的假设进行剂量评定。

A-34. 用剂量估算排放限值的剂量评定参数通常选择年平均值。例如，最大风频的风向和风速、大气的稳定性类别和假定的饮食习惯等通常是年平均值。一个设施可能在短时间内或一系列短时间内排放其年度核准排放量的很大一部分。因此，除了年度限值之外，还经常规定短期限值。短期限值使得监管机构能够更密切地监测设施的运行，并在运行未能达到短期限值时采取行动。考虑到运行的弹性裕量，短期限值一般高于年度按比例计算的数值[A-8]。

A-35. 有些设施总排放量普遍较低但具体事件可能导致短期排放，但不明显影响长期平均排放，还需要考虑为这些设施设定排放限值（例如更换锝生产设施中的钼发生器或用放射性碘治疗病人的医院的排放）。

运行弹性裕量

A-36. 通过考虑剂量限值和优化需求来设置排放限值，因此违反排放限值可能不会导致违反剂量限值；事实上，监管排放控制的主要目的是避免违反剂量限值。即使公众所受剂量被评定为低于剂量限值，超过排放限值通常会引起许可证持有者和监管机构的行动（例如报告、调查、纠正措施、检查）。为避免经常违反监管规定，导致大量及不必要的资源开支、公众误解，以及经常干扰设施的运行，在设定排放限值时，可容许一定的运行弹性裕量。

A-37. 运行弹性裕量需要考虑正常运行情况下的预期情况[A-8]。此类事件包括导致排放水平短暂（通常为小时至天）上升的实践或设施条件，但这些实践或设施条件不被视为异常事件。例如核医学科的病人数目增加，或污水处理系统暂时失灵或效率下降。

A-38. 无法提供用以确定弹性裕量大小的具体指导，以往类似设施的经验可提供有用的信息[A-8]。

排放核准书的有效期

A-39. 虽然原则上，排放核准的有效期可与设施或活动核准的有效期相同，但一些监管机构对排放核准的有效期较短，或具体规定排放限值可在定期安全评审的框架内加以修订。在这种情况下，在有效期结束时，将根据与公众辐射情况和运行经验有关的最新信息，评审并视需要更新排放核准。对较复杂设施进行定期安全评审的通常期限是十年。监管机构通常根据场址及其周围环境发生变化的可能性等因素选择适当的期限，这些变化可能影响最初发放排放许可的条件。一些监管机构可决定在必要时随时评审和更新核准，而不对排放核准的有效性进行具体限制。

A-40. 营运组织在对设施的运行做出任何可能对剂量或运行安全产生重大影响的改变之前，必须获得监管机构的核准。如果在一段时间内进行了多次更改，则设施或活动的安全性能可能会发生变化，只能通过对整体运行进行全面评审来评价。有效期还受监管机构提供的持续评审和监督程度的广度和深度的影响。在某些情况下，此类持续评审的深度和范围使其本身构成对设施或活动核准的正式评审。

A-41. 在其他情况下，排放核准的有效期可能等于设施或活动的预期寿命。这类实践在其核准中通常会有严格的持续评审和监查要求，例如，要求定期进行安全评审，而不论设施周围地区的运行或剂量评定因素（如人口统计或土地使用）是否有任何重大变化。正在进行的评审和监查将确保用于估算代表人所受剂量的假设仍然有效，如源项、代表人居住的地点、生活习性和其他假设（如奶牛场和菜园的地点）。任何重大变化一般都需要向监管机构报告，如果相关，监管机构可决定启动对排放核准的正式评审。

附件 参考文献

[A-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）。

[A-2] 国际放射防护委员会《放射性废物处置的放射防护方针》，国际放射防护委员会第 77 号出版物，培格曼出版社，牛津和纽约（1997 年）。

[A-3] 国际放射防护委员会《用于长寿命固体放射性废物处置的辐射防护建议》，国际放射防护委员会第 81 号出版物，培格曼出版社，牛津（1998 年）。

[A-4] 国际放射防护委员会《在持续辐射照射情况下公众的防护》，国际放射防护委员会第 82 号出版物，培格曼出版社，牛津和纽约（2000 年）。

[A-5] 国际放射防护委员会《国际放射防护委员会 2007 年建议书》，国际放射防护委员会第 103 号出版物，爱思唯尔，牛津（2007 年）。

[A-6] 国际原子能机构《放射性废物处置》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-5 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

[A-7] 国际放射防护委员会《用于公众辐射防护目的的代表人的剂量评定与放射防护最优化》，国际放射防护委员会第 101 号出版物，爱思唯尔，牛津和纽约（2006 年）。

[A-8] 国际原子能机构《设定放射性排放的授权限值：需要考虑的实际问题》，国际原子能机构《技术文件》第 1638 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

[A-9] 国际原子能机构《职业照射控制中辐射防护的优化》，《安全报告丛书》第 21 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。

[A-10] 《保护东北大西洋海洋环境公约》（巴黎公约），奥斯陆巴黎公约委员会，伦敦（1992 年）。

[A-11] 《保护波罗的海地区海洋环境公约》（赫尔辛基公约），波罗的海海洋环境保护委员会，赫尔辛基（1992 年）。

[A-12] 《防止倾倒废物和其他物质造成海洋污染公约》（伦敦公约），国际海事组织，伦敦（1972 年）。

[A-13] 巴黎委员会《1991 年 6 月 20 日关于放射性排放的第 91/4 号建议书（1991 年）》，巴黎公约委员会，伦敦（1991 年）。

[A-14] 《欧洲议会和理事会 2008 年 1 月 15 日关于综合污染预防和控制的指令（2008/1/EC）》（编纂版），欧盟官方公报 L24，欧洲共同体官方出版物办公室，卢森堡（2008 年）。

参与起草和审订人员

Asfaw, K.	国际原子能机构
Berkovskyy, V.	乌克兰辐射防护研究所
Boal, T.	国际原子能机构
Bonchuk, I.	乌克兰辐射防护研究所
Cabianca, T.	英国公共卫生署
Chartier, M.	法国辐射防护与核安全研究所
Conatser, R.L.	美国核管制委员会
Dehmel, J.-C.	美国核管制委员会
Hamlat, M.S.	加拿大核安全委员会
Harman, N.	英国艾铭集团公司
Iimoto, T.	日本东京大学
Jones, K.	英国公共卫生署
Kliaus, V.	白俄罗斯卫生科学实践中心
Linsley, G.	顾问（英国）
Proehl, G.	国际原子能机构
Robinson, C.	联合国环境规划署
Rochedo, E.	巴西国家核能委员会
Simmonds, J.	顾问（英国）
Telleria, D.	国际原子能机构
Thompson, P.	加拿大核安全委员会
Walker, J.	顾问（加拿大）
Wrixon, A.D.	顾问（奥地利）

IAEA
国 际 原 子 能 机 构

No. 26

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