

安全丛书

No. 50-SG-05

国际原子能机构安全导则

安全导则

核动力厂运行期间的
辐射防护



国际原子能机构，维也纳，1988

IAEA 安全丛书分类

从安全丛书 No. 46 开始，丛书内的各种出版物将分以下四类：

(1) **IAEA 安全标准** 这类出版物包括机构理事会于 1976 年 2 月 25 日通过并载于 IAEA 文件 INFCIRC/18/Rev.1 的“国际原子能机构的安全标准和措施”所规定的本机构安全标准。这类标准是经过理事会的批准出版的，因此是本机构的业务和受本机构援助的活动所必须遵守的。这类标准由本机构的基本安全标准、本机构的专用规章和本机构的实施法规所构成。封面的下半页印有宽的红色标带。

(2) **IAEA 安全导则** 据 IAEA 文件 INFCIRC/18/Rev.1，IAEA 安全导则的目的是补充说明 IAEA 安全标准并为执行这些安全标准推荐一个或数个可以采用的程序。这类出版物是经过本机构总干事的批准出版的。封面的下半页印有宽的绿色标带。

(3) **推荐性文件** 这类出版物包括指导安全实践的一般推荐性文件，是经过本机构总干事的批准出版的。封面的下半页印有宽的棕色标带。

(4) **程序和数据** 这类出版物包括与安全问题有关的程序、技术和准则，是经过本机构总干事的批准出版的。封面的下半页印有宽的蓝色标带。

注：属于 NUSS 计划（核安全标准计划）范围内的所有出版物，其封面的上半页均有宽的黄色标带。

安 全 导 则

核动力厂运行期间的辐射防护

[illegible]

© IAEA, 1988 年

国际原子能机构印于奥地利
1988 年 2 月

序

总干事

不论发达国家还是发展中国家，其能源需求均在持续不断地增长。象石油和天然气这类传统能源，可能在今后几十年内耗尽，而现有的能源生产能力已日益难以满足当前世界范围的能源需求。据专家们估计，到本世纪末，我们就可能要面临能源短缺的局面。在新能源中，核能因其成熟的工艺而成为弥补未来能源缺口的唯一的、最重要的可靠能源。

在过去 25 年中，已有 19 个国家建造了核动力厂。现有 200 多座动力反应堆在运行，还有 150 座正在计划建造。从长远看，核能将在世界能源规划发展中发挥愈来愈重要的作用。

核工业从出现以来，始终保持着首屈一指的安全记录。鉴于核动力安全的重要性，并希望把这个记录保持下去，国际原子能机构制定了一项广泛的计划，在与热中子动力堆有关的许多安全问题上给成员国提供指导。这项计划就是众所周知的 NUSS 计划（NUSS 是 Nuclear Safety Standards 的缩写），即核安全标准计划。目前该计划包括以实施法规和安全导则的形式编写和出版的约 50 本书。这些书正在作为机构的安全丛书出版，每一本都有英文、法文、俄文和西班牙文版本^①。这些书在必要时将根据经验加以修订，使其内容得到更新。

这项计划面临的任务是繁杂而又艰巨的，需要组织大量的会议来起草、审查、修改、统一和批准这些文件。国际原子能机构感谢许多成员国，它们慷慨地提供了专家和资料；也感谢许多个人，他们的名字列在已发表的参与人员名单中，这些人花费了时间和精力来帮助实施这个计划；还真诚地向参与这项工作的国际组织致以谢意。

这些实施法规和安全导则，是本机构出版的推荐性文件，供成员国按自己的核安全要求加以利用。愿意与国际原子能机构签订协议，以便在核动力厂选址、建造、调试、运行或退役方面从本机构获得援助的成员国，将被要求遵守属于该协议规定活动范围的那部分实施法规和安全导则。但是应当承认，在任何许可证审批程序中的最终决定权和法律责任，总是属于该成员国的。

NUSS 出版物事先假定有一个全国性的体系，在这个体系内的各方，如管理机构、许可证申请者 / 持有者、供应者或制造者等，要各善其事。然

^① 从 1986 年起增补中文版本。

而，如涉及一个以上的成员国，那就可能有必要根据国情和成员国之间及各组织间的有关协议对所述程序作某些修改。

这些法规和导则是以这种形式编写的，即只要成员国决定采用，就能把这些文件的内容直接应用于它所管辖的各项活动。因此，根据法规和导则的惯例并按照高级顾问组的建议，行文中采用了“必须”和“应该”二词，使可能的使用者区别是坚持要求还是希望采用。

保证为子孙后代提供充足而安全的能源，从而对提高他们的福利和生活水平有所贡献这样一个任务，是我们大家都关心的事。希望本书以及根据 NUSS 计划正在出版的其他文件，能对实现这个任务有所裨益。

说 明

高级顾问组

国际原子能机构关于制定核动力厂实施法规和安全导则的计划，已载于 IAEA 文件 GC (XVIII) / 526 / Mod. 1。这个计划称作 NUSS 计划，它讨论放射安全问题，而且目前限于陆上固定式热中子反应堆核动力厂。本书就是根据这个计划出版的。

总干事为实施该计划而在 1974 年 9 月设立的高级顾问组选定了实施法规的五个题目，并草拟了一份有助于实施这五种法规的安全导则的暂定书目。高级顾问组被委以在这项计划的各个阶段对其进行监督、审查和咨询的任务，以及批准将递交总干事的文件草案。已针对每个实施法规成立了一个相应的技术审查委员会，各委员会均由成员国的专家们组成。

按照上述 IAEA 文件所规定的程序，实施法规和安全导则——它们基于不同国家的组织体制和实践方面的文件和经验——由来自成员国的两三位专家同本机构的工作人员组成的专家工作组首先草拟。然后再由相应的技术审查委员会进行审查和修改。这项工作既利用公开的资料，也利用非公开的资料，如成员国对征求意见表的答复等。

经技术审查委员会修改后的文件草案，提交高级顾问组。在高级顾问组认可后，要把英、法、俄和西班牙文本送交各成员国征求意见。技术审查委员会根据这些意见进行修改与补充，再经高级顾问组进一步审查之后，文件草案就递交总干事，由他在适当的时候送交理事会，进行出版前的最后核准。

五种实施法规包括下列题目：

管理核动力厂的政府机构；
核动力厂选址的安全问题；
核动力厂安全设计；
核动力厂运行中的安全问题；
核动力厂安全方面的质量保证。

这五种实施法规确定了为实现核动力厂充分安全运行应达到的目标和最低要求。

出版安全导则，是为了说明并向成员国提供实施有关法规特定部分的可接受的方法。如果采用的方法和方案与这些导则中规定的不同，但它们提供了至少相当的保证，说明核动力厂可以安全运行而不会给广大公众和厂区人员的健康和安全带来过大的危险，那么这样的方法和方案也是可以接受的。虽然这些实施法规和安全导则为安全建立了必要的基础，但它们也可能不充分或不完全适用。必要时应参考国际原子能机构出版的其他安全方面的文件。

为了适应特殊情况，有时可能需要满足附加要求。而且，还会有一些特殊问题，必须由专家们根据具体情况加以分析。

易裂变物质和放射性物质以及整个核动力厂的实体保卫只在适当场合笼统提到，未加详细讨论。工业安全和环境保护的非放射性方面的问题，没有明确地加以考虑。

文件中的附件，要看作是这个文件的一个不可分割的组成部分，而且与正文具有同样的地位。

另一方面，附录、脚注、参与人员名单和参考书目仅仅是为了给使用者提供可能有帮助的资料或实际事例。补充的书目资料有时可从本机构得到。

每本书中都附有有关的定义。

出版这些书的目的是为了成员国的管理机构和有关单位在适合时使用。为了完整地理解这些书的内容，还应参阅其他有关实施法规和安全导则。

注 释

本安全导则的正文引证了 **NUSS** 计划的下列出版物:

安全丛书 No.50-SG-G6;
安全丛书 No.50-C-D;
安全丛书 No.50-SG-D9;
安全丛书 No.50-C-O;
安全丛书 No.50-SG-O1;
安全丛书 No.50-SG-O6;
安全丛书 No.50-SG-O7;
安全丛书 No.50-SG-O11;
安全丛书 No.50-SG-QA2.

本导则的后面附有 **NUSS** 计划书目及其出版年份。本导则的最后一页刊有如何订购国际原子能机构出版物的说明。

目 录

1. 引言	1
1.1. 概述	1
1.2. 范围	1
2. 辐射防护的基本原则	2
2.1. 概述	2
2.2. 剂量限制—总则	3
2.3. 对公众的剂量限制	3
2.4. 对厂区人员的剂量限制	3
2.5. 参考水平	4
3. 组织工作	5
3.1. 概述	5
3.2. 营运机构的任务和职责	6
3.3. 保健物理组的任务和职责	7
3.4. 医学监护和检查	8
4. 辐射防护计划实施中的实际问题	9
4.1. 概述	9
4.2. 厂区人员的分类	10
4.3. 剂量测定	11
4.4. 厂区分类	13
4.5. 控制区内的工作	14
4.5.1. 概述	
4.5.2. 厂区的出入	
4.5.3. 控制区物项的转移	
4.5.4. 区域监测和调查	
4.5.5. 制订工作计划	
4.5.6. 辐射工作许可证	
4.5.7. 防护衣和呼吸道保护器的使用	
4.6. 紧急情况	20
4.6.1. 概述	
4.6.2. 处理紧急情况的方法	
4.6.3. 设施和设备	

5. 排出流释放、放射性废物处置和环境监测	21
5.1. 概述	21
5.2. 排出流排放限值的制定	21
5.3. 释放控制	21
5.4. 工艺系统的辐射监测	22
6. 放射性物质的贮存、装卸和运输	23
6.1. 概述	23
6.2. 辐射控制措施	23
7. 培训	24
7.1. 概述	24
7.2. 计划	24
8. 设施和设备	25
8.1. 设施	25
8.2. 设备	26
9. 记录	27
9.1. 概述	27
9.2. 记录的种类	27
9.3. 编写和保存记录的准则	28
附录 I 本导则所用的辐射防护术语和概念的注释	29
附录 II 从国际放射防护委员会(ICRP)出版物中 摘录的一些特定限值和要求	33
参考文献	35
定 义	37
参与人员名单	41
NUSS 计划书目	45

1. 引 言

1.1. 概述

1.1.1. 本安全导则是作为国际原子能机构 **NUSS** 计划的一部分而编写的, 该计划的目的是为核动力厂建立实施法规和安全导则。本书最后列出了 **NUSS** 计划书目。本导则是对本机构安全丛书 **No. 50-C-O** 《实施法规: 核动力厂运行(包括调试和退役)中的安全问题》(以下简称法规)的补充。

1.1.2. 本导则讨论了如何保护厂区人员和公众不受(致)电离辐射的影响, 而同时仍允许开展可能导致辐射照射的必要的活动。本导则概述了如何遵守主管部门所制定的各种准则, 并针对核动力厂的各种运行工况以及紧急情况和事故工况, 在核动力厂厂区实施辐射防护的问题。

1.1.3. 在编写本导则时, 有关营运中的核动力厂辐射防护管理和组织方面的问题, 参考了国际放射防护委员会出版的几份资料(即国际放射防护委员会第 26 号和第 28 号出版物及国际放射防护委员会 1978 年斯德哥尔摩会议声明)和国际原子能机构安全丛书 **No. 9** 《辐射防护的基本安全标准》(1982 年版)中所包含的建议^①。

1.1.4. 营运机构必须保证动力厂管理者为实施辐射防护计划采取了各种必要的措施(见 2.1 节), 核动力厂管理者应依据其所负的职责使厂区人员的受照量和放射性释放不仅保持在规定的限值以下, 在考虑经济和社会因素后, 还须保持在“可以合理达到的最低水平”上[见国际放射防护委员会第 26 号出版物和国际原子能机构的《辐射防护的基本安全标准》(1982 年版)]。

1.1.5. 本导则所用的一些术语引自国际放射防护委员会第 26 号出版物和该委员会的其它出版物。为方便读者, 附录 I 对这些术语作了说明。

1.2. 范围

1.2.1. 本导则论述核动力厂的辐射防护计划。它包括:

- (1) 概述本计划的基本原则和实施问题;
- (2) 描述营运机构根据这些原则制定有效计划的职责;
- (3) 描述制定和实施本计划的管理和技术措施。

^① 见参考文献。

1.2.2. 本导则还讨论了营运机构为便于实施本**辐射防护计划**在审查设计中要考虑的运行问题。

1.2.3. 本导则涉及核动力厂各种运行工况的**辐射防护计划**的要求。它还包括处理计划中的特殊照射以及妥善处理工作人员、场所和设备的非计划照射和污染用的准则。有关涉及放射性物质释放紧急情况方面的补充资料已载于本机构安全导则 No.50-SG-O6 《营运机构(许可证持有者)为核动力厂紧急情况所作的准备工作》和 No.50-SG-G6 《市政当局为核动力厂紧急情况所作的准备工作》中。

1.2.4. 本导则涉及对厂区人员和公众剂量限制的原则,但不包括对实际测量和评定受照量所用的详细技术说明。

1.2.5. 本导则不包括对环境调查的详细说明,但提及为证实放射性排放的可接受性而可能需要进行环境监测的主要步骤。

1.2.6. 本导则仅涉及有关正确处理用于或来自动力厂运行的辐射源的详细资料,而不包括有关其他辐射源的详细资料,也不包括有关辐照过的燃料和其他放射性物质运输的准则。

2. 辐射防护的基本原则

2.1. 概述

2.1.1. 必须根据下列原则和目标,为厂区人员和公众成员的辐射防护建立剂量限制体系:

- (1) 考虑到所致的集体剂量以及经济和社会因素,厂区人员和公众所受的各种照射,都必须保持在可以合理达到的最低水平;
- (2) 个人的剂量当量不得超过主管部门所规定的适用剂量限值。

2.1.2. 这些原则必须通过包括预防措施、辐射和剂量监测、管理和监视等内容的计划,即本导则所称的**辐射防护计划**加以实施。

2.1.3. 必须证实营运机构和动力厂管理者的辐射防护政策和程序以及管理机构的适用要求是否得到遵守。

2.2. 剂量限制—总则

2.2.1. 在剂量当量限值应用于个人时,不考虑由天然本底辐射和医疗照射所引起的辐射剂量。

2.2.2. 主管部门和管理机构的一切适用要求,只要切实可行,都必须成为可用于个人的具体规定和规程,后者必须编入动力厂的辐射防护规程中。

2.2.3. 必须把剂量当量限值规定为由外照射和内照射之总和所致的总有效剂量当量。(一些成员国分别规定了内照射和外照射的限值。)

2.3. 对公众的剂量限制

2.3.1. 为保证不超过限值和实施可以合理达到的最低水平原则,必须按最初基于运行前研究结果的各种授证,控制放射性物质的释放量和可能释放到环境中去的各种方式。必要时,这些研究应当包括对关键群体组的鉴定(见附录 I, I-3.4 节)——这样, 他们的受照量可以作为个人最高剂量当量的一种量度——和对不同群体组的集体有效剂量当量负担的评定(见 I-3.5 节)。

2.3.2. 为了作出这些评定,必须借助于用以表示放射性物质从其产生处经环境转到人身上的复杂程度不一的各种模型。这些模型对评定公众的受照量和取得放射性物质排放与这些受照量之间的关系式是很有帮助的。这种关系式可以计算排放限值,并可作为管理机构制定规定限值的基础。

2.3.3. 营运机构必须对排出流进行监测,以证实所规定的排放限值是否得到遵守;并必须按管理机构的要求进行环境监测,以评定环境的辐射状况和在可能时探测可能出现的任何反常现象(见 5.3 节)。

2.4. 对厂区人员的剂量限制

2.4.1. 厂区人员的剂量限制可以通过下列各种措施的适当组合加以保证。

- (1) 限制外照射,可通过减少污染和设置屏蔽、远距离操作及缩短照射时间;

- (2) 限制内照射, 可通过隔离、通风、清洗、使用防护衣和呼吸道保护器;
- (3) 工作场所的正确布置, 包括控制区和辐射及污染区的划分(见 4.4.1 节和 4.4.6 节), 以及这些区域的进出管制;
- (4) 个人及工作场所的监测;
- (5) 制订工作计划;
- (6) 人员培训。

2.4.2. 主管部门可以对年青人和妇女的照射实施追加限制。

2.4.3. 与内照射相比, 个人的外照射通常可以比较容易地加以测量和控制, 所以, 只要采取措施使内照射保持忽略不计, 人员照射的控制可以大大地简化和改进。但必须注意保证这些措施本身不致增加外照射量, 否则会前功尽弃。

2.4.4. 在正常运行期间, 由于疏忽或违反规定的程序, 厂区人员有时可能接受超过规定限值的剂量当量。对于每次的过量照射, 必须彻底进行调查, 并采取措施, 以防导致这种事件的情况再次发生。

2.4.5. 偶尔也会出现需要安排少数厂区人员接受超过规定限值的有效剂量当量的情况。此时, 必须采取措施尽量减少受照量。这些事先计划的特殊照射(见附录 II)必须受管理机构或其他主管部门所制定的各项规定的限制。

2.4.6. 在辐射防护计划中, 必须从实际考虑有可能引起超过规定限值照射的紧急情况(见 4.6.1 节)。此外, 在发生严重事件后的极短时间内, 为救死防伤、或防止这种事件规模明显的扩大, 所采取的紧急措施可能导致某些个人的受照量超过事先计划的特殊照射规定的限值。这种照射通常不可能完全控制, 但应当作出实际的努力, 为这种可能的照射规定一个上限。附录 II 就此问题作了进一步的详细论述。

2.4.7. 上述这些事件所致的剂量必须同正常照射所致的剂量记录在一起, 并及时地对其加以研究。它们本身不能构成把工作人员调离原职的理由。但是, 在这种情况下继续从事辐射工作有可能受到管理机构规定的限制。

2.5. 参考水平

为了便于从行政上控制工作人员的受照量, 动力厂管理者可以制定低于规定限值的参考水平, 并且每当任何个人达到或超过这些水平时, 可以要求进行审查、核准或调查。这些参考水平均应编入管理程序。这些参考水平可以

是不到一年时间内的剂量当量,也可以是适用于工作人员的剂量率,或者是适用于厂区特定场所的辐射或污染水平。

3. 组 织 工 作

3.1. 概述

3.1.1. 营运机构必须负责制定和实施辐射防护计划。

3.1.2. 必须建立一个保健物理组,以保证营运机构实施辐射防护计划。该组不应成为运行组或维修组的一部分。

3.1.3. 辐射防护管理政策的有效实施要求保健物理组了解动力厂的设计特征和营运中的辐射安全问题。此外,担负主管工作的保健物理学家在营运机构中所处的地位要能便于其就辐射防护计划的有效性向管理者提出意见,并必须在管理上有权制定和实施安全程序。

3.1.4. 可以采用各种责任方式控制工作人员的辐射照射。在某些机构中,保健物理组直接负责保证把工作人员的辐射照射控制在适用的限值内,并使照射剂量保持在可以合理达到的最低水平上。在另一些机构中,动力厂的工作人员对控制他们自身照射量负有更大的责任,而保健物理组只起劝告和监护作用。

3.1.5. 所有厂区人员都应对实施辐射防护计划所规定的控制照射量的措施负责。因而,营运机构必须保证对他们进行相应的培训和再培训,使他们保持连续胜任工作的能力。此外,对控制他们自身受照量负有更大责任的动力厂工作人员,必须给予更高层次的培训,并使他们在辐射防护方面获得更多的工作经验。有关进一步的指导可从本机构安全丛书 No.50-SG-O1《安全导则:核动力厂工作人员的配备和运行人员的招收、培训和任命》中得到。

3.1.6. 营运机构必须作出规定,以保证按照质量保证原则对辐射防护计划的实施和有效性进行适当的审查和监察。

3.2. 营运机构的任务和职责

3.2.1. 营运机构必须负责：(a)控制厂区人员所受的来自动力厂运行中的辐射剂量；(b)控制从动力厂释放到环境中的放射性物质质量；和(c)确定放射性物质的释放方法。为此，在考虑厂址和动力厂的特点的同时，必须制定认真实施**辐射防护计划**的具体规则和办法。

3.2.2. 营运机构必须在设计阶段开始时就审查各项设计规定，以确定这些规定是否可满足认真实施**辐射防护计划**的要求。拟审查的内容应当包括：

- (1) 屏蔽；
- (2) 排出流控制；
- (3) 通风和空气净化；
- (4) 在运行工况和事故工况下监测和控制辐射、污染和剂量的仪器仪表；
- (5) 一次系统和安全壳的完整性；
- (6) 入口控制，特别注意控制区内雇用人员的最大数量(见 4.5 节)；
- (7) 部件的布置；
- (8) 入口和维修工作场所是否适当；
- (9) 为拆卸和组装部件、屏蔽物等而允许遥控快速装卸的设计原理；
- (10) 事故期间的取样设施；
- (11) 通过照相获得最新成套图纸的可能性，以及为制订缩短照射时间的程序获得所需的操作和维修手册和指示书的可能性。

3.2.3. 应该根据实践经验定期审查与**辐射防护计划**有关的动力厂的营运问题，特别是每当动力厂作出某种修改时，或管理机构提出的新要求在核动力厂的运行寿期内可以适用时，更应进行这种审查。

3.2.4. 营运机构必须作出必要的安排，使厂区人员对辐射防护规则有充分的了解和认识(见 3.1.5 节和 7 节)。

3.2.5. 营运机构必须为工作人员的防护、外照射和内照射的监测以及动力厂和环境的监测提供足够的设备和实验室设施。

3.2.6. 必须根据主管部门的要求制定工作人员体格检查的程序。

3.2.7. 营运机构必须保证被临时派往辐射场所工作的所有人员(营运机构自

己的雇员和其他机构的雇员)业已被证明适合从事这种工作。如果雇主是某个其他机构,营运机构的职责是,必须保证所述雇主已提供了这些人员以前所受剂量的必要记录,或规定了现场雇用的每个工作人员不得超过的所受剂量。营运机构必须通知雇主有关这些雇员在雇用期间所接受的任何剂量。

3.2.8. 营运机构必须制定定期审查**辐射防护计划**实施情况的程序,并必须保证达到预定的目的。必须对辐射事件、过量照射和排出流的排放控制给予特别的注意。还必须安排定期的监察,以保证有效地遵守制定的审查程序。

3.3. 保健物理组的任务和职责

3.3.1. 分派给保健物理组的任务和职责可以随组织机构和国家的实际情况而大不相同。但是,就实施**辐射防护计划**来说,这些职责和任务通常包括下列各项:

- (1) 安排和实施工作人员外照射和内照射的监测、厂区辐射调查和其他服务事项;
- (2) 分类和划分辐射区和污染区,并定期对它们进行调查和监测;
- (3) 根据实践经验和主管部门的各种要求,订出可用于工作人员从外照射源和内照射源所接受的照射量的参考水平;
- (4) 监督任何有关厂区人员的医疗保健措施的实施,并将任何不符合事项通知动力厂管理者;
- (5) 监督厂区人员执行辐射防护措施;
- (6) 参与制订任何可能导致工作人员的辐射照射量超过规定参考水平的活动计划;
- (7) 保证运出厂区外的放射性废物或被污染的废物或部件符合相应的运输条例(见参考文献);
- (8) 参与调查工作人员的过量照射、异常辐射工况和紧急情况;
- (9) 迅速而准确地反馈建造、调试和运行期间所得到的任何有关辐射安全问题的信息,以便做出必要的或可望的改变和改进;
- (10) 编写和保存有关**辐射防护计划**的所有记录;
- (11) 将超过规定限值的任何个人剂量通知动力厂的管理者;
- (12) 制定运行前和运行期间的环境放射性监测计划,并保证这些计划的实施;
- (13) 根据厂区特点和主管部门的要求制订出向环境排放排出流的参考水平;
- (14) 编制辐射防护的程序和数据表格;