

核安全文化宣贯推进专项行动系列教材之一

# 核技术利用法规标准汇编

第二篇 标准汇编

(第一分册 通用类)

环境保护部 (国家核安全局)

2014年11月



## 目 录

GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准.....	1
GB14500-2002 放射性废物管理规定.....	29
GB11806-2004 放射性物质安全运输规程.....	43
GBZ167-2005 放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求 .....	107
HJ53-2000 拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定（暂行） .....	122
GB4075-2009 密封放射源 一般要求和分级.....	137
GB11930-2010 操作非密封源的辐射防护规定.....	156
GB27742-2011 可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度.....	165



# 中华人民共和国国家标准

## 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB 18871—2002

Basic standards for protection against ionizing  
radiation and for the safety of radiation sources

代替 GB 4792—1984  
GB 8703 1988

### 1 范围

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全(以下简称“防护与安全”)的基本要求。

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

本标准不适用于非电离辐射(如微波、紫外线、可见光及红外辐射等)对人员可能造成的危害的防护。

### 2 定义

本标准所采用的术语和定义见附录 J(标准的附录)。

### 3 一般要求

#### 3.1 适用

##### 3.1.1 实践

适用本标准的实践包括:

- a) 源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用,包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动;
- b) 核能的产生,包括核燃料循环中涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的各种活动;
- c) 审管部门规定需加以控制的涉及天然源照射的实践;
- d) 审管部门规定的其他实践。

##### 3.1.2 源

###### 3.1.2.1 适用本标准对实践的要求的源包括:

- a) 放射性物质和载有放射性物质或产生辐射的器件,包括含放射性物质消费品、密封源、非密封源和辐射发生器;
- b) 拥有放射性物质的装置、设施及产生辐射的设备,包括辐照装置、放射性矿石的开采或选冶设施、放射性物质加工设施、核设施和放射性废物管理设施;
- c) 审管部门规定的其他源。

3.1.2.2 应将本标准的要求应用于装置或设施中的每一个辐射源;必要时,应按审管部门的规定,将本标准的要求应用于被视为单一源的整个装置或设施。

##### 3.1.3 照射

3.1.3.1 适用本标准对实践的要求的照射,是由有关实践或实践中源引起的职业照射、医疗照射或公众照射,包括正常照射和潜在照射。

3.1.3.2 通常情况下应将天然源照射视为一种持续照射,若需要应遵循本标准对干预的要求。但下列各种情况,如果未被排除或有关实践或源未被豁免,则应遵循本标准对实践的要求:

- a) 涉及天然源的实践所产生的流出物的排放或放射性废物的处置所引起的公众照射;
- b) 下列情况下天然源照射所引起的工作人员职业照射:
  - 1) 工作人员因工作需要或因其工作直接有关而受到的氡的照射,不管这种照射是高于或低于工作场所中氡持续照射情况补救行动的行动水平(见附录 H(提示的附录));
  - 2) 工作人员在工作中受到氡的照射虽不是经常的,但所受照射的大小高于工作场所中氡持续照射情况补救行动的行动水平(见附录 H(提示的附录));
  - 3) 喷气飞机飞行过程中机组人员所受的天然源照射;
- c) 审管部门规定的需遵循本标准对实践的要求的其他天然源照射。

### 3.1.4 干预

3.1.4.1 适用本标准的干预情况是:

- a) 要求采取防护行动的应急照射情况,包括:
  - 1) 已执行应急计划或应急程序的事故情况与紧急情况;
  - 2) 审管部门或干预组织确认有正当理由进行干预的其他任何应急照射情况;
- b) 要求采取补救行动的持续照射情况,包括:
  - 1) 天然源照射,如建筑物和工作场所内氡的照射;
  - 2) 以往事件所造成的放射性残存物的照射,以及未受通知与批准制度(见 4.2.1 及 4.2.2)控制的以往的实践和源的利用所造成的放射性残存物的照射;
  - 3) 审管部门或干预组织确认有正当理由进行干预的其他任何持续照射情况。

### 3.2 排除

任何本质上不能通过实施本标准的要求对照射的大小或可能性进行控制的照射情况,如人体内的<sup>40</sup>K、到达地球表面的宇宙射线所引起的照射,均不适用本标准,即应被排除在本标准的适用范围之外。

### 3.3 实施的责任方与责任

#### 3.3.1 责任方

3.3.1.1 对本标准的实施承担主要责任的责任方(以下简称“主要责任方”)应是:

- a) 注册者或许可证持有者;
- b) 用人单位。

3.3.1.2 其他有关各方应对本标准的实施承担各自相应的责任,其他有关各方可以包括:

- a) 供方;
- b) 工作人员;
- c) 辐射防护负责人;
- d) 执业医师;
- e) 医技人员;
- f) 合格专家;
- g) 由主要责任方委以特定责任的任何其他方。

#### 3.3.2 责任

3.3.2.1 各责任方应承担本标准有关章、条所规定的一般责任和特定责任。

3.3.2.2 主要责任方应承担的一般责任是:

- a) 确立符合本标准有关要求的防护与安全目标;
- b) 制定并实施成文的防护与安全大纲,该大纲应与其所负责实践和干预的危险的性质和程度相适应,并足以保证符合本标准的有关要求。在该大纲中,应:
  - 1) 确定实现防护与安全目标所需要的措施和资源,并保证正确地实施这些措施和提供这些

资源；

- 2) 保持对这些措施和资源的经常性审查，并定期核实防护与安全目标是否得以实现；
- 3) 鉴别防护与安全措施和资源的任何失效或缺陷，并采取步骤加以纠正和防止其再次发生；
- 4) 根据防护与安全需要，做出便于在有关各方向进行咨询和合作的各种安排；
- 5) 保存履行责任的有关记录。

### 3.4 实施的监督管理

3.4.1 本标准的贯彻和本标准实施的监督管理由审管部门负责；对于干预情况，干预组织应对本标准有关要求的贯彻负主要责任。

3.4.2 主要责任方应接受审管部门正式授权的人员对其获准实践的防护与安全的监督，包括对其防护与安全记录的检查。

3.4.3 发生违反本标准有关要求的情况时，主要责任方应：

- a) 调查此违反行为及其原因与后果；
- b) 采取相应的行动加以纠正并防止类似的违反事件再次发生；
- c) 向审管部门报告违反标准的原因和已经采取或准备采取的纠正行动或防护行动；
- d) 按照本标准的要求采取其他必要的行动。

3.4.4 主要责任方应及时报告违反本标准的事件。如果因违反标准已经演变成或即将演变成应急照射情况，应立即报告。

3.4.5 发生违反标准的事件后，如果主要责任方不能在规定的时间内按照国家有关法规采取纠正或改进行动，则审管部门应修改、中止或撤销原先已颁发的注册证、许可证或其他批准文件。

## 4 对实践的主要要求

### 4.1 基本原则

4.1.1 任何实践的引入、实施、中断或停止，以及实践中任何源的开采、选冶、处理、设计、制造、建造、装配、采购、进口、出口、销售、出卖、出借、租赁、接受、设置、定位、调试、持有、使用、操作、维护、修理、转移、退役、解体、运输、贮存或处置，均应按照本标准的有关要求进行，除非有关实践或源产生的照射是被排除的或有关实践或源是被本标准的要求所豁免的。

4.1.2 对于适用本标准的任何实践、实践中的任何源或 4.1.1 所规定的任何活动，本标准各项有关要求的实施应与该实践或源的特性及其所致照射的大小和可能性相适应，并应符合审管部门规定的有关要求。

4.1.3 放射性物质的运输应遵循国家有关放射性物质安全运输法规与标准的要求。

### 4.2 管理要求

#### 4.2.1 通知

4.2.1.1 拟进行某项实践或本标准 4.1.1 中所规定的任何活动的任何法人，均应向审管部门提交通知书，说明其目的与计划；对于含放射性物质消费品，只要求说明有关制造、装配、进口和销售等方面的计划。

4.2.1.2 如果实践或活动满足下列各项条件，并经审管部门确认，则可只履行通知程序，否则，还应按 4.2.2 的要求履行相应的批准程序：

- a) 所引起的正常照射不大可能超过审管部门规定的有关限值的某一很小份额；
- b) 所伴随的潜在照射的可能性与大小可以忽略；
- c) 所伴随的任何其他可能的危害后果也可以忽略。

#### 4.2.2 批准：注册或许可

4.2.2.1 对任何密封源、非密封源或辐射发生器负责的任何法人均应向审管部门提出申请，以获得批准，除非其所负责的源是被豁免的。这类批准是采用注册的方式还是许可的方式，应由审管部门根据源

或利用该源的实践的性质及所致照射的大小与可能性决定。适于以注册方式批准的实践应具有如下特征：

- a) 通过设施与设计可在很大程度上保证安全；
- b) 运行程序简单易行；
- c) 对安全培训的要求极低；
- d) 运行历史上几乎没有安全问题。

4.2.2.2 对下列任何源负责的法人均应向审管部门提交申请以获得批准，对这类源的批准应采用许可的方式：

- a) 辐照装置；
- b) 放射性矿石的开采或选冶设施；
- c) 放射性物质加工设施；
- d) 核设施；
- e) 放射性废物管理设施；
- f) 非豁免的、审管部门尚未指明适于以注册方式批准的其他任何源。

4.2.2.3 任何申请者均应：

- a) 向审管部门提交支持其申请所需要的有关资料；
- b) 在所提交的申请资料中，说明对其所负责的源所致照射的性质、大小和可能性所作的分析，并说明为保护工作人员、公众及环境所采取的或计划采取的各种措施。
- c) 如果照射可能大于审管部门规定的某种水平，则进行相应的安全评价和环境影响评价，并作为其申请书的一部分提交给审管部门；
- d) 在审管部门颁发注册证或许可证之前，不进行本标准 4.1.1 中所规定的任何活动。

4.2.2.4 医疗照射实践及其用源的申请者在申请书中还应：

- a) 说明执业医师在辐射防护方面的资格；或
- b) 承诺只有具备有关法规规定的或许可证中写明的辐射防护专业资格的执业医师，才允许开具使用其源的检查申请单或治疗处方。

4.2.3 获准的法人：注册者和许可证持有者

4.2.3.1 注册者和许可证持有者应对制定和实施各项必需的技术与组织措施负责，确保其获准的源的防护与安全；它们可以委托其他方完成某些有关的活动或任务，但它们自己仍应对这些活动和任务承担主要责任。注册者和许可证持有者应按需要选聘合格人员，负责确保符合本标准。

4.2.3.2 注册者和许可证持有者如果拟对其获准的实践或源进行修改，并且拟议中的修改对防护或安全可能具有重要影响，则应将其修改计划通知审管部门；在获得审管部门认可前，不应进行这类修改。

4.2.4 豁免

4.2.4.1 如果源符合下列条件之一，并经审管部门确认和同意，则该源或利用该源的实践可以被本标准的要求所豁免：

- a) 符合本标准附录 A(标准的附录)中所规定的豁免要求；
- b) 符合审管部门根据本标准附录 A(标准的附录)规定的豁免准则所确定的豁免水平。

4.2.4.2 对于尚未被证明为正当的实践不应予以豁免。

4.2.5 解控

4.2.5.1 已通知或已获准实践中的源(包括物质、材料和物品)，如果符合审管部门规定的清洁解控水平，则经审管部门认可，可以不再遵循本标准的要求，即可以将其解控。

4.2.5.2 除非审管部门另有规定，否则清洁解控水平的确定应考虑本标准附录 A(标准的附录)所规定的豁免准则，并且所定出的清洁解控水平不应高于本标准附录 A(标准的附录)中规定的或审管部门根据该附录规定的准则所建立的豁免水平。



### 4.3 辐射防护要求

#### 4.3.1 实践的正当性

4.3.1.1 对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后,其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时,该实践才是正当的。对于不具有正当性的实践及该实践中的源,不应予以批准。

4.3.1.2 涉及医疗照射的实践的正当性判断应遵循第7章所规定的详细要求。

4.3.1.3 除了被判定为正当的涉及医疗照射的实践外,在下列实践中,通过添加放射性物质或通过活化从而使有关日用商品或产品中的放射性活度增加都是不正当的:

a) 涉及食品、饮料、化妆品或其他任何供人食入、吸入、经皮肤摄入或皮肤敷贴的商品或产品的实践;

b) 涉及辐射或放射性物质在日用商品或产品(例如玩具等)中无意义的应用的实践。

#### 4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制,以保证除本标准6.2.2规定的特殊情况外,由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B(标准的附录)中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

4.3.2.2 应对个人所受到的潜在照射危险加以限制,使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数量级水平。

#### 4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射,应使防护与安全最优化,使得在考虑了经济和社会因素之后,个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平;这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

4.3.3.2 防护与安全最优化的过程,可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析,但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑,以实现下列目标:

a) 相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施,确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性;

b) 根据最优化的结果制定相应的准则,据以采取预防事故和减轻事故后果的措施,从而限制照射的大小及受照的可能性。

#### 4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外,对于一项实践中的任一特定的源,其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值,并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值;

4.3.4.2 对任何可能向环境释放放射性物质的源,剂量约束还应确保对该源历年释放的累积效应加以限制,使得在考虑了所有其他有关实践和源可能造成的释放累积和照射之后,任何公众成员(包括其后代)在任何一年里所受到的有效剂量均不超过相应的剂量限值。

#### 4.3.5 医疗照射指导水平

应制定供执业医师使用的医疗照射指导水平。这类指导水平应:

a) 根据第7章的详细要求并参照附录G(提示的附录)制定;

b) 对于中等身材的受检者,是一种合理的剂量指征;

c) 为当前良好医术(而不是最佳医术)可以实现的医疗实践提供指导;

d) 在可靠的临床判断表明需要时,可以灵活应用,即允许实施更高的照射;

e) 随着工艺与技术的改进而加以修订。

### 4.4 营运管理要求

#### 4.4.1 安全文化素养

应培植和保持良好的安全文化素养,鼓励对防护与安全事宜采取深思、探究和虚心学习的态度并反对固步自封,保证:

- a) 制定把防护与安全视为高于一切的方针和程序;
- b) 及时查清和纠正影响防护与安全的问题,所采用的方法应与问题的重要性相适应;
- c) 明确规定每个有关人员(包括高级管理人员)对防护与安全的责任,并且每个有关人员都经过适当培训并具有相应的资格;
- d) 明确规定进行防护与安全决策的权责关系;
- e) 做出组织安排并建立有效的通信渠道,保持防护与安全信息在注册者或许可证持有者各级部门内和部门间的畅通。

#### 4.4.2 质量保证

应制定和执行质量保证大纲,该大纲应:

- a) 为满足涉及防护与安全的各项具体要求提供充分保证;
- b) 为审查和评价防护与安全措施的综合有效性提供质量控制机制和程序。

#### 4.4.3 人为因素

应采取的措施确保符合下列要求,以尽可能减小人为错误导致事故和事件的可能性:

- a) 所有防护与安全有关人员均经适当培训并具有相应的资格,使之能理解自己的责任,并能以正确的判断和按照所规定的程序履行职责;
- b) 按照行之有效的人机工程学原则设计设备和制定操作程序,使设备的操作或使用尽可能简单,从而使操作错误导致事故的可能性降至最小,并减少误解正常和异常工况指示信号的可能性;
- c) 设置适当的设备、安全系统和控制程序,并做出其他必要的规定,以:
  - 1) 尽可能减小人为错误导致人员受到意外照射的可能性;
  - 2) 提供发现和纠正或弥补人为错误的手段;
  - 3) 便于安全系统或其他防护措施失效时进行干预。

#### 4.4.4 合格专家

4.4.4.1 注册者和许可证持有者应根据需要选聘合格专家,为执行本标准提供咨询。

4.4.4.2 注册者和许可证持有者应将选聘合格专家的安排通知审管部门。通知时所提供的信息应包括所聘用专家的从业或专业范围。

#### 4.5 技术要求

本条所规定的技术要求适用于所有实践和源。注册者或许可证持有者应保证其实践和源的防护与安全符合本条中的有关要求。应用这些要求的严格程度应与注册者或许可证持有者的实践和源所引起的照射的大小和可能性相适应。对于核设施和放射性废物管理设施,除本条中规定的这些基本技术要求外,还应符合国家有关法规和标准所规定的更为专门的技术要求和其他要求。

##### 4.5.1 源的实物保护

应按照下列要求,使源始终处于受保护状态,防止被盗和损坏,并防止任何法人未经批准进行本标准 4.1.1 所规定的任何活动:

- a) 确保源的实物保护符合注册证或许可证中规定的所有有关要求,并保证将源的失控、丢失、被盗或失踪的信息立即通知审管部门;
- b) 不将源转让给不持有有效批准证件的接收者;
- c) 对可移动的源定期进行盘存,确认它们处于指定位置并有可靠的保安措施。

##### 4.5.2 纵深防御

应对源运用与其潜在照射的大小和可能性相适应的多层防护与安全措施(即纵深防御),以确保当某一层次的防御措施失效时,可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正,达到:

- a) 防止可能引起照射的事故;

- b) 减轻可能发生的任何这类事故的后果；
- c) 在任何这类事故之后，将源恢复到安全状态。

#### 4.5.3 良好的工程实践

实践中源的选址、定位、设计、建造、安装、调试、运行、维修和退役，均应以行之有效的工程实践为基础，这种工程实践应：

- a) 符合现行法规、标准和有关文件的规定；
- b) 以确保源全寿期过程中的防护与安全为目的，有可靠的管理措施和组织措施予以支持；
- c) 在源的设计、建造及运行中留有足够的安全裕量，以确保可靠的正常运行性能；预留安全裕量时着眼于预防事故、减轻事故后果和限制照射，并考虑质量、多重性和可检查性；
- d) 考虑技术标准的发展，以及防护与安全方面的有关研究成果与经验教训。

### 4.6 安全的确认

#### 4.6.1 安全评价

应在不同阶段(包括选址、设计、制造、建造、安装、调试、运行、维修和退役)对实践中源的防护与安全措施进行安全评价，以：

- a) 在分析外部事件对源的影响和源与其附属设备自身事件的基础上，鉴别出可能引起正常照射和潜在照射的各种情形；
- b) 预计正常照射的大小，并在可行的范围内估计潜在照射发生的可能性与大小；
- c) 评价防护与安全措施的质量和完善程度。

#### 4.6.2 监测与验证

4.6.2.1 应确定用以验证是否符合本标准的要求所需要的参数，并对这些参数进行监测或测量。

4.6.2.2 应为进行所需要的监测与验证提供适当的设备和程序。应对这类设备定期进行维修和检验，并定期用可溯源到国家基准的计量标准进行校准。

#### 4.6.3 记录

应保存监测与验证的记录，包括设备检验与校准记录。

## 5 对干预的主要要求

### 5.1 基本原则

5.1.1 在干预情况下，为减少或避免照射，只要采取防护行动或补救行动是正当的，则应采取这类行动。

5.1.2 任何这类防护行动或补救行动的形式、规模和持续时间均应是最优化的，使在通常的社会和经济情况下，从总体上考虑，能获得最大的净利益。

5.1.3 在应急照射情况下，除非超过或可能超过旨在保护公众成员的干预水平或行动水平(见附录 E(标准的附录)的 E2)，否则一般不需要采取防护行动。

5.1.4 在持续照射情况下，除非超过有关行动水平(见附录 H(提示的附录))，否则一般不需要采取补救行动。

5.1.5 对于适用本标准的任何特定干预情况，本标准各项有关要求的应用应与该干预情况的性质、严重程度和所涉及的范围相适应。

### 5.2 管理要求

#### 5.2.1 应急照射情况

5.2.1.1 每一注册者或许可证持有者，如果其所负责的源可能发生需要紧急干预的情况，则应制定相应的应急计划或程序，并经监管部门认可；应急计划应规定注册者或许可证持有者的场内应急职责，并考虑与其所负责的源相适应的场外应急责任；同时注册者或许可证持有者应为实施所规定的各种防护行动作好准备(详细要求见本标准第 10 章)。

5.2.1.2 有关干预组织应根据可能出现的紧急干预情况的严重程度和可能涉及的场外范围制定相应的总体应急计划(以下称为场外应急计划),据以协调场区内、外的应急行动和实施所需要的场外防护行动,以支持和补充根据注册者或许可证持有者应急计划实施的各种防护行动。场外应急计划应由相应的干预组织负责实施。

有关干预组织还应为应付其他各种可能要求紧急干预的意外情况(如源非法入境、带源的卫星坠入境内或境外事故释放的放射性物质进入境内等)做出安排。

#### 5.2.2 持续照射情况

对于超过或可能超过有关行动水平的持续照射情况,有关干预组织应按需要制定通用或场址专用补救行动计划,并经有关部门认可。采取补救行动时,负责实施的法人应确保按照经认可的补救行动计划进行。

#### 5.2.3 工作人员与公众的保护

5.2.3.1 对于工作人员因实施干预而受到的职业照射,应按审管部门的要求,由注册者、许可证持有者、用人单位或有关干预组织承担本标准 10.5 所规定的各项防护责任。

5.2.3.2 对于干预情况下的公众照射,应按政府根据实施有效干预所确定的各种组织安排和职能分工,由国家、地方有关干预组织以及导致干预的实践或源的注册者或许可证持有者承担各项公众保护责任。

#### 5.2.4 报告要求

发生或预计可能发生需要采取防护行动的应急照射情况时,注册者和许可证持有者应立即报告有关干预组织和审管部门,并应随时向它们报告:

- a) 事态的发展和预计的发展趋势;
- b) 为保护工作人员和公众成员所采取的措施;
- c) 已经造成的和预计可能造成的照射。

### 5.3 辐射防护要求

5.3.1 只有根据对健康保护和社会、经济等因素的综合考虑,预计干预的利大于弊时,干预才是正当的。如果剂量水平接近或预计会接近附录 E(标准的附录)的 E1 所给出的水平,则无论在什么情况下采取防护行动或补救行动几乎总是正当的。

5.3.2 在干预计划中,应规定最优化的干预水平和行动水平;这种最优化干预水平和行动水平的确定应以附录 E(标准的附录)的 E2 和附录 H(提示的附录)所给出的准则为基础,并应考虑国情和当地的具体条件,如:

- a) 通过干预可以避免的个人和集体剂量;
- b) 干预本身所伴有的放射和非放射健康危险,以及干预的经济、社会代价与利益。

5.3.3 在对事故进行响应的过程中,应根据下列因素对干预的正当性和预定的干预水平的优化程度重新加以考虑:

- a) 实际情况特有的因素,如释放的性质、气候条件和其他有关非放射性因素;
- b) 未来条件不确定时,防护行动带来净利益的可能性。

## 6 职业照射的控制

### 6.1 责任

6.1.1 注册者、许可证持有者和用人单位应对工作人员所受职业照射的防护负责,并遵守本标准的有关要求。

6.1.2 注册者、许可证持有者和用人单位应向所有从事涉及或可能涉及职业照射活动的工作人员承诺:

- a) 按照本标准附录 B(标准的附录)的规定限制职业照射;

- b) 按照本标准的有关要求使职业防护与安全最优化；
- c) 记录职业防护与安全措施的决定，并将此类决定通知有关各方；
- d) 建立实施本标准有关要求的防护与安全方针、程序和组织机构；并优先考虑控制职业照射的工程设计和技术措施；
- e) 提供适当而足够的防护与安全设施、设备和服务，它们的种类与完善程度应与预计的职业照射水平和可能性相适应；
- f) 提供相应的防护装置和监测设备，并为正确使用这些装置和设备做出安排；
- g) 提供必要的健康监护和服务；
- h) 提供适当而足够的人力资源，为防护与安全培训做出安排，并根据需要安排定期再培训，以更新知识和保证工作人员达到所需要的适任水平；
- i) 按照本标准的要求保存有关的记录；
- j) 就如何有效地实施本标准 and 所采取的防护与安全措施等问题与工作人员或他们的代表进行协商和合作；
- k) 为促进安全文化素养的提高提供所需条件。

6.1.3 注册者、许可证持有者和用人单位聘用新工作人员时，应从受聘人员的原聘用单位获取他们的原有职业受照记录及其他有关资料。

6.1.4 注册者、许可证持有者和用人单位应要求工作人员遵守本标准，必要时应采取行政管理措施，确保工作人员了解他们负有保护自己及他人免受或少受辐射照射以及保持源的安全的义务和责任。

6.1.5 工作人员的义务和责任应是：

- a) 遵守有关防护与安全规定、规则和程序；
- b) 正确使用监测仪表和防护设备与衣具；
- c) 在防护与安全(包括健康监护和剂量评价等)方面与注册者、许可证持有者和用人单位合作，提供有关保护自己和他人的经验与信息；
- d) 不故意进行任何可能导致自己和他人违反本标准要求的活动；
- e) 学习有关防护与安全知识，接受必要的防护与安全培训和指导，使自己能按本标准的要求进行工作。

6.1.6 工作人员发现违反或不利于遵守本标准的情况，应尽快向注册者、许可证持有者或用人单位报告。

## 6.2 职业照射的剂量控制

### 6.2.1 正常照射的剂量控制

正常照射的剂量控制应符合 4.3.2 的规定，并应遵循 4.3.3 中对辐射防护最优化的有关要求。

### 6.2.2 特殊情况的剂量控制

6.2.2.1 如果某一实践是正当的，是根据良好的工程实践设计和实施的，其辐射防护已按本标准的要求进行了优化，而其职业照射仍然超过正常照射的剂量限值，但预计经过合理的努力可以使有关职业照射剂量处于正常照射剂量限值之下，则在这种情况下，审管部门可以按照附录 B(标准的附录)B1.1.2 的规定，例外地认可对剂量限制要求作某种临时改变。

6.2.2.2 剂量限制要求的临时改变应由注册者或许可证持有者向审管部门提出正式申请，经审查认可后，方可进行；未经审管部门认可，不得进行这种临时改变。

6.2.2.3 在申请临时改变剂量限制要求时，注册者或许可证持有者应在申请文件中对需要进行这种临时改变的特殊情况进行说明，并提供证据证明：

- a) 已尽了一切努力减少照射，并已按本标准的要求使防护与安全措施最优化；
- b) 已与有关用人单位和工作人员进行了协商，并就临时改变剂量限制要求的需要和条件取得了共识；

c) 正在尽一切合理的努力改善工作条件,直到满足附录 B(标准的附录)B1.1.1 所规定的剂量限值要求;

d) 工作人员个人受照的监测与记录足以证明已遵守了附录 B(标准的附录)中的有关要求,并为受照记录在有关用人单位之间进行转交提供了方便;

6.2.2.4 对剂量限制要求的任何临时改变均应:

- a) 按照附录 B(标准的附录)中给出的适用于特殊情况的剂量限制要求进行;
- b) 限定改变的期限;
- c) 逐年接受审查;
- d) 不再延期;
- e) 仅限于规定的工作场所。

6.2.3 表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录 B(标准的附录)B2 所规定的限制要求。

6.3 从事工作的条件

6.3.1 工作待遇

不得以特殊补偿、缩短工作时间或以休假、退休金或特种保险等方面的优待安排代替为符合本标准的要求所需要采取的防护与安全措施。

6.3.2 孕妇的工作条件

女性工作人员发觉自己怀孕后要及时通知用人单位,以便必要时改善其工作条件。孕妇和授乳妇女应避免受到内照射。

用人单位不得把怀孕作为拒绝女性工作人员继续工作的理由。用人单位有责任改善怀孕女性工作人员的工作条件,以保证为胚胎和胎儿提供与公众成员相同的防护水平。

6.3.3 未成年人的工作条件

年龄小于 16 周岁的人员不得接受职业照射。年龄小于 18 周岁的人员,除非为了进行培训并受到监督,否则不得在控制区工作;他们所受的剂量应按附录 B(标准的附录)中 B1.1.1.2 的规定进行控制。

6.3.4 工作岗位的调换

审管部门或健康监护机构认定某一工作人员由于健康原因不再适于从事涉及职业照射的工作时,用人单位应为该工作人员调换合适的工作岗位。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区,以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时,应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小,以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区,如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大,需要实施不同的专门防护手段或安全措施,则可根据需要再划分出不同的子区,以方便管理。

6.4.1.4 注册者、许可证持有者应:

- a) 采用实体边界划定控制区;采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段;
- b) 在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下,采用与主导情况相适应的方法划定控制区,并对照射时间加以规定;
- c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F(标准的附录)规定的警告标志,并给出相应的辐射水平和污染水平的指示;

- d) 制定职业防护与安全措施,包括适用于控制区的规则与程序;
- e) 运用行政管理程序(如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障(包括门锁和联锁装置)限制进出控制区;限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应;
- f) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜;
- g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜;
- h) 定期审查控制区的实际状况,以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区:这种区域未被定为控制区,在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应:

- a) 采用适当的手段划出监督区的边界;
- b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌;
- c) 定期审查该区的条件,以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定,或是否需要更改监督区的边界。

#### 6.4.3 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C(标准的附录)的规定进行。

#### 6.5 个人防护用具的配备与应用

6.5.1 注册者、许可证持有者和用人单位应根据实际需要为工作人员提供适用、足够和符合有关标准的个人防护用具,如各类防护服、防护围裙、防护手套、防护面罩及呼吸防护器具等,并应使他们了解其所使用的防护用具的性能和使用方法。

6.5.2 应对工作人员进行正确使用呼吸防护器具的指导,并检查其配戴是否合适。

6.5.3 对于需要使用特殊防护用具的工作任务,只有经担任健康监护的医师确认健康合格并经培训和授权的人员才能承担。

6.5.4 个人防护用具应有适当的备份,以备在干预事件中使用。所有个人防护用具均应妥善保管,并应对其性能进行定期检验。

6.5.5 对于任何给定的工作任务,如果需要使用防护用具,则应考虑由于防护用具的使用使工作不便或工作时间延长所导致的照射的增加,并应考虑使用防护用具可能伴有的非辐射危害。

6.5.6 注册者、许可证持有者和用人单位应通过利用适当的防护手段与安全措施(包括良好的工程控制装置和满意的工作条件),尽量减少正常运行期间对行政管理和个人防护用具的依赖。

#### 6.6 职业照射监测和评价

6.6.1 注册者、许可证持有者和用人单位应根据其负责的实践和源的具体情况,按照辐射防护最优化的原则制定适当的职业照射监测大纲,进行相应的监测与评价。应将监测与评价的结果定期向审管部门报告;发生异常情况时应随时报告。

##### 6.6.2 个人监测和评价

6.6.2.1 注册者、许可证持有者和用人单位应负责安排工作人员的职业照射监测和评价。对职业照射的评价主要应以个人监测为基础。

6.6.2.2 对于任何在控制区工作的工作人员,或有时进入控制区工作并可能受到显著职业照射的工作人员,或其职业照射剂量可能大于 5 mSv/a 的工作人员,均应进行个人监测。在进行个人监测不现实或不可行的情况下,经审管部门认可后可根据工作场所监测的结果和受照地点和时间的资料对工作人员的职业受照做出评价。

6.6.2.3 对在监督区或只偶尔进入控制区工作的工作人员,如果预计其职业照射剂量在 1 mSv/a ~

5 mSv/a范围内,则应尽可能进行个人监测。应对这类人员的职业受照进行评价,这种评价应以个人监测或工作场所监测的结果为基础。

6.6.2.4 如果可能,对所有受到职业照射的人员均应进行个人监测。但对于受照剂量始终不可能大于1 mSv/a的工作人员,一般可不进行个人监测。

6.6.2.5 应根据工作场所辐射水平的高低与变化和潜在照射的可能性与大小,确定个人监测的类型、周期和不确定度要求。

6.6.2.6 注册者、许可证持有者和用人单位应对可能受到放射性物质体内污染的工作人员(包括使用呼吸防护用品的人员)安排相应的内照射监测,以证明所实施的防护措施的有效性,并在必要时为内照射评价提供所需要的摄入量或待积当量剂量数据。

### 6.6.3 工作场所的监测和评价

6.6.3.1 注册者和许可证持有者应在合格专家和辐射防护负责人的配合下(必要时还应在用人单位的配合下),制定、实施和定期复审工作场所监测大纲。

6.6.3.2 工作场所监测的内容和频度应根据工作场所内辐射水平及其变化和潜在照射的可能性与大小来确定,并应保证:

- a) 能够评估所有工作场所的辐射状况;
- b) 可以对工作人员受到的照射进行评价;
- c) 能用于审查控制区和监督区的划分是否适当。

6.6.3.3 工作场所监测大纲应规定:

- a) 拟测量的量;
- b) 测量的时间、地点和频度;
- c) 最合适的测量方法与程序;
- d) 参考水平和超过参考水平时应采取的行动。

6.6.3.4 应将实施工作场所监测大纲所获得的结果予以记录和保存。

### 6.6.4 监测的质量保证

应将质量保证贯穿于从监测大纲制定到监测结果评价的全过程。监测大纲必须包含有质量保证要求,以确保:测量设备具备所要求的计量特性(如准确度、稳定性、量程和分辨能力等)并得以适当的维护,测量与分析程序得以正确地建立和执行,监测的结果得以正确地记录、评价和妥善保管。

## 6.7 注册者、许可证持有者和用人单位的职业照射管理

6.7.1 注册者、许可证持有者和用人单位应制定和实施用以控制和管理本单位职业照射的书面规则和程序,以确保工作人员和其他人员的防护与安全水平符合本标准的要求。

6.7.2 应在所制定的规则和程序中包括有关调查水平与管理水平的具体数值,以及超过这些数值时应执行的程序。

6.7.3 应加强防护与安全培训和安全文化素养的培植,提高工作人员和有关人员对所制定的规则、程序和防护与安全规定的理解和执行的自觉性。应将所有培训记录妥善存档保管。

6.7.4 应建立监督制度和按照审管部门的要求聘任辐射防护负责人,对所有涉及职业照射的工作进行充分监督,并采取合理步骤,保证各种规则、程序、防护与安全规定等得到遵守。

6.7.5 应向所有工作人员提供:

- a) 他们所受职业照射(包括正常照射和潜在照射)的情况及可能产生的健康影响;
- b) 适当的防护与安全培训与指导;
- c) 他们的行动对防护与安全的意义的信息。

6.7.6 应向可能进入控制区或监督区工作的女性工作人员提供下列信息:

- a) 孕妇受到照射对胚胎和胎儿的危险;
- b) 女性工作人员怀孕后尽快通知注册者、许可证持有者和用人单位的重要性;



c) 婴儿经哺乳食入放射性物质的危险。

6.7.7 应向可能受到应急计划影响的工作人员提供相应的信息、指导和培训。

## 6.8 职业健康监护

6.8.1 注册者、许可证持有者和用人单位应按照有关法规的规定,安排相应的健康监护。

6.8.2 健康监护应以职业医学的一般原则为基础,其目的是评价工作人员对于其预期工作的适任和持续适任的程度。

## 6.9 职业照射的记录

6.9.1 注册者、许可证持有者和用人单位必须为每一位工作人员都保存职业照射记录。

6.9.2 职业照射记录应包括:

- a) 涉及职业照射的工作的一般资料;
- b) 达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料,以及剂量评价所依据的数据资料;
- c) 对于调换过工作单位的工作人员,其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料;
- d) 因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录;这种记录应附有有关的调查报告,并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开。

6.9.3 注册者、许可证持有者和用人单位应:

- a) 按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告;
- b) 准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料;
- c) 当工作人员调换工作单位时,向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件;
- d) 当工作人员停止工作时,注册者、许可证持有者和用人单位应按审管部门或审管部门指定部门的要求,为保存工作人员的照射记录做出安排;
- e) 注册者、许可证持有者和用人单位停止涉及职业照射的活动时,应按审管部门的规定,为保存工作人员记录做出安排。

6.9.4 在工作人员年满 75 岁之前,应为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后,其照射记录至少要保存 30 年。

## 7 医疗照射的控制

### 7.1 责任

7.1.1 许可证持有者应对保证受检者与患者的防护与安全负责。有关执业医师与医技人员、辐射防护负责人、合格专家、医疗照射设备供方等也应对保证受检者与患者的防护与安全分别承担相应的责任。

7.1.2 许可证持有者应保证:

- a) 只有具有相应资格的执业医师才能开具医疗照射的检查申请单或治疗处方;
- b) 只能按照医疗照射的检查申请单或治疗处方对受检者与患者实施诊断性或治疗性医疗照射;
- c) 在开具医疗照射检查单或治疗处方时,以及在实施医疗照射期间,执业医师对保证受检者与患者的防护与安全承担主要职责与义务;
- d) 所配备的医技人员满足需要,并接受过相应的培训,在实施医疗照射检查单或治疗处方所规定的诊断或治疗程序的过程中能够承担指定的任务;
- e) 制定并实施经审管部门认可的培训准则。

7.1.3 许可证持有者将电离辐射应用于治疗或诊断时,应注意听取放射治疗物理、核医学物理或放射诊断物理等方面合格专家的意见,并应实施相应的质量保证要求。

7.1.4 执业医师和有关医技人员应将受检者与患者的防护与安全方面所存在的问题和需求及时向许可证持有者报告,并尽可能采取相应的措施,以确保受检者与患者的防护与安全。

### 7.2 医疗照射的正当性判断

7.2.1 正当性判断的一般原则

在考虑了可供采用的不涉及医疗照射的替代方法的利益和危险之后,仅当通过权衡利弊,证明医疗照射给受照个人或社会所带来的利益大于可能引起的辐射危害时,该医疗照射才是正当的。

对于复杂的诊断与治疗,应注意逐例进行正当性判断。还应注意根据医疗技术与水平的发展,对过去认为是正当的医疗照射重新进行正当性判断。

### 7.2.2 诊断检查的正当性判断

在判断放射学或核医学检查的正当性时,应掌握好适应证,正确合理地使用诊断性医疗照射,并注意避免不必要的重复检查;对妇女及儿童施行放射学或核医学检查的正当性更应慎重进行判断。

### 7.2.3 群体检查的正当性判断

涉及医疗照射的群体检查的正当性判断,应考虑通过普查可能查出的疾病、对被查出的疾病进行有效治疗的可能性和由于某种疾病得到控制而使公众所获得的利益,只有这些受益足以补偿在经济和社会方面所付出的代价(包括辐射危害)时这种检查才是正当的。X射线诊断的筛选性普查还应避免使用透视方法。

### 7.2.4 与临床指征无关的放射学检查的控制

判断因职业、法律需要或健康保险目的而进行放射学检查是否正当,应考虑能否获得有关受检者健康状况的有用信息及获得这些信息的必要性,并应与有关专业机构进行磋商。

### 7.2.5 关于医学研究中志愿者的照射

对医学研究中志愿者的照射应按照国家有关规定仔细进行审查(包括涉及人体生物医学研究的伦理审查等);应将接受此类照射的可能危险控制在可以接受的水平并告知志愿受照者;只能由具有相应资格又训练有素的人员施行这种照射。

## 7.3 医疗照射的防护最优化

医疗照射的防护最优化除了应符合本标准其他各章对防护最优化所规定的有关要求外,还应满足下列要求。

### 7.3.1 设备要求

7.3.1.1 医疗照射所使用的辐射源应符合本标准其他各章对辐射源的安全所规定的有关要求;尤其应将医疗照射所使用的系统设计成可及时发现系统内单个部件的故障,以使对患者的任何非计划医疗照射减至最小,并有利于尽可能避免或减少人为失误。

7.3.1.2 在设备供方的合作下,许可证持有者应保证:

- a) 所使用的设备不论是进口的还是国产的,均符合国家有关标准及规定;
- b) 备有设备性能规格和操作及维修说明书,特别应备有防护与安全说明书;
- c) 现实可行时,将操作术语(或其缩写)和操作值显示于操作盘上;
- d) 设置辐射束控制装置,这类装置应包括能清晰地并以某种故障安全方式指示辐射束是处于“开”或“关”状态的部件;
- e) 设备带有射束对中准直装置,以便于将照射尽可能限制于被检查或治疗的部位;
- f) 在没有任何辐射束调整装置的情况下,使诊治部位的辐射场尽可能均匀,并由设备供方说明其不均匀性;
- g) 使辐射泄漏或散射在非诊治部位所产生的照射量率保持在可合理达到的尽量低水平。

7.3.1.3 对于放射诊断设备,许可证持有者在设备供方的合作下应保证:

- a) 辐射发生器及其附属部件的设计和制造便于将医疗照射保持在能获得足够诊断信息的可合理达到的尽量低水平;
- b) 对于辐射发生器,能清晰、准确地指示各种操作参数,如管电压、过滤特性、焦点位置、源与像接收器的距离、照射野的大小,以及管电流与时间或二者的乘积等;
- c) 射线摄影设备配备照射停止装置,在达到预置的时间、管电流与时间的乘积或剂量后该装置能自动使照射停止;

d) 荧光透视设备配备某种 X 射线管工作控制开关,只有将此开关持续按下时才能使 X 射线管工作,并配有曝光时间指示器和(或)入射体表剂量监测器。

7.3.1.4 对于放射治疗设备,许可证持有者在设备供方的合作下应保证:

a) 辐射发生器和照射装置配备有用于可靠地选择、指示和(必要并可行时)证实诸如辐射类型、能量指标、射束调整因子、治疗距离、照射野大小、射束方向、治疗时间或预置剂量等运行参数的装置;

b) 使用放射源的辐照装置是故障安全的,即一旦电源中断放射源将自动被屏蔽,并一直保持到由控制台重新启动射束控制机构时为止;

c) 对于高能放射治疗设备,至少具有两个独立的用于终止照射的故障安全保护系统,并配备安全联锁装置或其他手段,用以防止在工作条件不同于控制台上所选定的情况下将设备用于临床;

d) 执行维修程序时,如果联锁被旁路,安全联锁装置的设计能确保只有在维修人员使用适当的器件、编码或钥匙进行直接控制的条件下照射装置才能运行;

e) 不论是远距离治疗用的放射源或是近距离治疗用的放射源均符合附录 J(标准的附录)中 J2.8 所给出的对密封源的要求;

f) 必要时,安装或提供能对放射治疗设备使用过程中出现的异常情况给出报警信号的监测设备。

### 7.3.2 操作要求

7.3.2.1 许可证持有者应:

a) 在分析供方所提供资料的基础上,辨明各种可能引起非计划医疗照射的设备故障和人为失误;

b) 采取一切合理措施防止故障和失误,包括选择合格人员、制定适当的质量保证与操作程序,并就程序的执行和防护与安全问题对有关人员进行充分的培训与定期再培训;

c) 采取一切合理措施,将可能出现的故障和失误的后果减至最小;

d) 制定应付各种可能事件的应急计划或程序,必要时进行应急训练。

7.3.2.2 对于放射诊断,许可证持有者应保证:

a) 开具或实施放射诊断申请单的执业医师和有关医技人员所使用的设备是合适的,在考虑了相应专业机构所制定的可接受图像质量标准及有关医疗照射指导水平后,确保患者所受到的照射是达到预期诊断目标所需的最小照射,并注意查阅以往的检查资料以避免不必要的额外检查;

b) 执业医师和有关医技人员应认真选择并综合使用下列各种参数,以使受检者所受到的照射是与可接受的图像质量和临床检查目的相一致的最低照射,对于儿童受检者和施行介入放射学更应特别重视对下列参数的选择处理:

1) 检查部位,每次检查的摄片次数(或断层扫描切片数)和范围或每次透视的时间;

2) 图像接收器的类型;

3) 防散射滤线栅的使用;

4) 初级 X 射线束的严格准直;

5) 管电压,管电流与时间或它们的乘积;

6) 图像存贮方法;

7) 适当的图像处理因素等。

c) 只有在把受检者转移到固定放射学检查设备是不现实的或医学上不可接受的情况下,并采取了严格的辐射防护措施后,才可使用可携式、移动式放射学检查设备;

d) 除临床上有充分理由证明需要进行的检查外,避免对怀孕或可能怀孕的妇女施行会引起其腹部或骨盆受到照射的放射学检查;

e) 周密安排对有生育能力的妇女的腹部或骨盆的任何诊断检查,以使可能存在的胚胎或胎儿所受到的剂量最小;

f) 尽可能对辐射敏感器官(例如性腺、眼晶体、乳腺和甲状腺)提供恰当的屏蔽。

7.3.2.3 对于核医学,许可证持有者应保证:

a) 开具或实施放射性核素显像检查申请单的执业医师和有关医技人员使受检者所受到的照射,是在考虑了有关医疗照射指导水平后为达到预期诊断目的所需要的最低照射,并注意查阅以往的检查资料以避免不必要的额外检查;

b) 执业医师和有关医技人员针对不同受检者的特点,恰当地选用可供利用的适当的放射性药物及其用量,使用阻断非检查器官吸收的方法(必要时实施促排),并注意采用适当的图像获取和处理技术,以使受检者受到的照射是为获得合乎要求的图像质量所需要的最低照射;

c) 除有明显临床指征外,避免因进行诊断或治疗让怀孕或可能怀孕的妇女服用放射性核素;

d) 哺乳妇女服用了放射性药物后,建议其酌情停止喂乳,直到其体内放射性药物的分泌量不再给婴儿带来不可接受的剂量为止;

e) 仅当有明显的临床指征时才可以对儿童施行放射性核素显像,并应根据受检儿童的体重、身体表面积或其他适用的准则减少放射性药物服用量,还应尽可能避免使用长半衰期的放射性核素。

#### 7.3.2.4 对于放射治疗,许可证持有者应保证:

a) 在对计划照射的靶体积施以所需要的剂量的同时使正常组织在放射治疗期间所受到的照射控制在可合理达到的尽量低水平,并在可行和适当时采用器官屏蔽措施;

b) 除有明显临床指征外,避免对怀孕或可能怀孕的妇女施行腹部或骨盆受照射的放射治疗;

c) 周密计划对孕妇施行的放射治疗,以使胚胎或胎儿所受到的照射剂量减至最小;

d) 将放射治疗可能产生的危险通知患者。

#### 7.3.3 医疗照射的质量保证

7.3.3.1 许可证持有者应根据本标准所规定的质量保证要求和其他有关医疗照射质量保证的标准制定一个全面的医疗照射质量保证大纲;制定这种大纲时应邀请诸如放射物理、放射药理学等有关领域的合格专家参加。

#### 7.3.3.2 医疗照射质量保证大纲应包括:

a) 对辐射发生器、显像设备和辐照装置等的物理参数的测量(包括调试时的测量和调试后的定期测量);

b) 对患者诊断和治疗中所使用的有关物理及临床因素的验证;

c) 有关程序和结果的书面记录;

d) 剂量测定和监测仪器的校准及工作条件的验证;

e) 放射治疗质量保证大纲的定期和独立的质量审核与评审。

#### 7.3.3.3 许可证持有者应重视对照射剂量和放射性药物活度测定的校准,保证:

a) 对医疗照射用辐射源的校准可追溯到剂量标准实验室;

b) 按辐射的线质或能量,以及规定条件下预定距离处的吸收剂量或吸收剂量率,对放射治疗设备进行校准;

c) 按某一特定参考日期的活度、参考空气比释动能率或在规规定介质中规定距离处的吸收剂量率,对近距离治疗用密封源进行校准;

d) 按应服用的放射性药物的活度以及服药时所测定和记录的活度对核医学中使用的非密封源进行校准;

e) 在设备调试时,在进行了可能影响剂量测定的任何维修之后,以及在审管部门认可的时间间隔结束时,均进行有关校准。

#### 7.3.3.4 许可证持有者应保证进行下列临床剂量测定并形成文件:

a) 在放射学检查中,典型身材成年受检者的人射体表剂量、剂量与面积之积、剂量率及照射时间或器官剂量等的代表值;

b) 对于利用外照射束放射治疗设备进行治疗的患者,计划靶体积的最大与最小吸收剂量,以及相关部位(例如靶体积中心或开具处方的执业医师选定的其他部位)的吸收剂量;

- c) 在使用密封源的近距离治疗中,每位患者的选定部位处的吸收剂量;
- d) 在使用非密封源的诊断或治疗中,受检者或患者的典型吸收剂量;
- e) 在各种放射治疗中,有关器官的吸收剂量。

#### 7.4 医疗照射的指导水平与剂量约束

##### 7.4.1 医疗照射的指导水平

7.4.1.1 对于常用的诊断性医疗照射,应通过广泛的质量调查数据推导,并根据本标准的规定(见 4.3.5),由相应的专业机构与审管部门制定医疗照射的指导水平,并根据技术的进步不断对其进行修订,供有关执业医师作为指南使用,以便:

- a) 当某种检查的剂量或活度超过相应指导水平时,采取行动改善优化程度,使在确保获得必需的诊断信息的同时尽量降低受检者的受照剂量;
- b) 当剂量或活度显著低于相应的指导水平而照射又不能提供有用的诊断信息和给患者带来预期的医疗利益时,按需要采取纠正行动。

7.4.1.2 考虑到本标准 4.3.5 中 b) 和 c) 的规定,不应将所确定的医疗照射指导水平视为在任何情况下都能保证达到最佳性能的指南;实践中应用这些指导水平时应注意具体条件,如医疗技术水平、受检者的身材和年龄等。

##### 7.4.2 放射诊断的医疗照射指导水平

对于典型成年受检者,各种常用的 X 射线摄影、X 射线 CT 检查、乳腺 X 射线摄影和 X 射线透视的剂量或剂量率指导水平见附录 G(提示的附录)的 G1。

##### 7.4.3 核医学诊断的医疗照射指导水平

对于典型成年受检者,各种常用的核医学诊断的活度指导水平见附录 G(提示的附录)的 G2。

##### 7.4.4 其他有关的剂量约束

7.4.4.1 医学研究中志愿者所受的医疗照射不能给受照个人带来直接利益,审管部门或其授权的机构应对这类人员的防护最优化规定相应的剂量约束。

7.4.4.2 许可证持有者应对明知受照而自愿帮助护理、扶持与慰问或探视正在接受医疗照射的患者的人员的受照剂量进行控制。这类人员个人所受到的剂量应限制在附录 B(标准的附录)B1.2.2 所规定的数值以下。

7.4.4.3 接受放射性核素治疗的患者应在其体内的放射性物质的活度降至一定水平后才能出院,以控制其家庭与公众成员可能受到的照射。接受了碘 131 治疗的患者,其体内的放射性活度降至低于 400 MBq 之前不得出院。必要时应向患者提供有关他与其他人员接触时的辐射防护措施的书而指导。

#### 7.5 事故性医疗照射的预防和调查

7.5.1 许可证持有者应采取一切合理的措施,包括不断提高所有有关人员的安全文化素养,防止发生潜在的事故性医疗照射。

7.5.2 许可证持有者应对下列各种事件及时进行调查:

- a) 各种治疗事件,如弄错患者或其组织的、用错药物的、或剂量或分次剂量与处方数值严重不符以及可能导致过度急性次级效应的治疗事件;
- b) 各种诊断性照射事件,如剂量明显大于预计值的诊断性照射,或剂量反复并显著超过所规定的相应指导水平的诊断性照射;
- c) 各种可能造成患者的受照剂量与所预计值显著不同的设备故障、事故或其他异常偶然事件。

7.5.3 对于 7.5.2 所要求的每一项调查,许可证持有者均应:计算或估算受检者与患者所受到的剂量及其在体内的分布;提出防止此类事件再次发生需要采取的纠正措施;实施其责任范围内的所有纠正措施;按规定尽快向审管部门提交书面报告,说明事件的原因和采取纠正措施的情况;将事件及其调查与纠正情况通知受检者与患者及有关人员。

7.5.4 许可证持有者应在审管部门规定的期限内保存并在必要时提供下列记录:

- a) 在放射诊断方面,进行追溯性剂量评价所必需的资料,包括特殊检查中荧光透视检查的照射次数和持续时间等;
- b) 在核医学方面,所服用的放射性药物的类型及活度;
- c) 在放射治疗方面,计划靶体积的说明、靶体积中心的剂量和靶体积所受的最大与最小剂量、其他有关器官的剂量、分次剂量和总治疗时间;
- d) 放射治疗所选定的有关物理与临床参数的校准和定期核对的结果;
- e) 在医学研究中志愿者所受照射的剂量。

## 8 公众照射的控制

### 8.1 责任

8.1.1 注册者和许可证持有者应按本标准的要求对他们所负责的源或实践所引起的公众照射实施控制,除非这种照射是被排除的或引起这种照射的实践或源是被豁免的。对于未被排除的天然源照射或未豁免的天然源,除了氡所致的照射低于审管部门所制定的持续照射行动水平的情况以外,注册者和许可证持有者应按照国家审管部门的规定实施本标准的有关要求(见 3.1.3.2)。

8.1.2 对于其所负责的源,注册者和许可证持有者应负责:

- a) 制定和实施与公众照射控制有关的防护与安全原则和程序,并建立相应的组织机构;
- b) 制定、采取和坚持相应的措施,保证:
  - 1) 受其所负责的源照射的公众成员的防护是最优化的;
  - 2) 受其所负责的源照射的关键人群组的正常照射受到限制,使组内成员个人的总受照剂量(见 4.3.2)不超过附录 B(标准的附录)所规定的公众成员的剂量限值;
- c) 制定、采取和保持各种所需要的措施,确保源的安全,使对与公众有关的潜在照射的控制符合本标准的要求;
- d) 提供适当且足够的用于公众防护的设施、设备和服务,它们的性能和范围应与照射的可能性与大小相适应;
- e) 对有关工作人员进行防护与安全及环境保护的培训及定期再培训,确保他们始终保持所需要的胜任水平;
- f) 按照审管部门的要求,制定和实施公众照射监测大纲,并提供相应的监测设备,以便对公众照射进行评价;
- g) 按照本标准的要求,保存有关监督与监测的详细记录;
- h) 按照本标准第 5 章和第 10 章的有关要求,制定与所涉及危险的性质和大小相适应的应急计划或程序,并作好相应的应急准备。

8.1.3 注册者和许可证持有者应负责确保所采取的放射性物质排放控制措施的最优化过程遵循审管部门制定或认可的剂量约束,应考虑下列有关因素:

- a) 其他源或实践(包括实际上已评价过的未来可能出现的源和实践)的剂量贡献;
- b) 可能影响公众照射的任何条件的可能变化,如源的特性和运行操作条件的变化、照射途径的变化、居民习惯或分布的变化、关键人群组的改变,或环境弥散条件的变化等;
- c) 同类源或实践的运行操作经验和教训;
- d) 照射评价中的各种不确定性,特别是当关键人群组与源在空间或时间上相距较远的情况下照射评价的不确定性。

### 8.2 外照射源的控制

如果审管部门确认某种外照射源可能引起公众照射,则这种源的注册者或许可证持有者应保证:

- a) 在调试之前,所有利用这种外照射源的新设施的平面布置与设备布置资料和现有设施的全部重要修改均已经审管部门审评和认可,未经审评和获得书面认可之前,不得进行调试或修改;

- b) 为这种源的运行制定专门的剂量约束,并报审管部门认可;
- c) 按照本标准的有关要求,提供最优化的屏蔽和其他防护措施。

### 8.3 非开放场所中放射性污染的控制

注册者和许可证持有者应保证:

- a) 按照本标准的要求,根据情况对其所负责的源采取最优化的措施,限制污染在公众可到达区域内引起公众照射;
- b) 针对源的建造和运行,建立专门的包容措施,以防止污染向公众可到达的区域内扩散。

### 8.4 参观访问人员的控制

注册者和许可证持有者应:

- a) 确保进入控制区的参观访问人员有了解该区域防护与安全措施的工作人员陪同;
- b) 在参观访问人员进入控制区前,向他们提供足够的信息和指导,以确保他们和可能受他们的行动影响的其他人员的防护;
- c) 在监督区设置醒目的标志,并采取其他必要的措施,确保对来访者进入监督区实施适当的控制。

### 8.5 放射性废物管理

8.5.1 注册者和许可证持有者应确保在现实可行的条件下,使其所负责实践和源所产生的放射性废物的活度与体积达到并保持最小。

8.5.2 注册者和许可证持有者应按照本标准和国家其他有关法规与标准的要求,对其所负责实践和源所产生的放射性废物实施良好的管理,进行分类收集、处理、整备、运输、贮存和处置,确保:

- a) 使放射性废物对工作人员与公众的健康及环境可能造成的危害降低到可以接受的水平;
- b) 使放射性废物对后代健康的预计影响不大于当前可以接受的水平;
- c) 不给后代增加不适当的负担。

8.5.3 注册者和许可证持有者进行放射性废物管理时,应充分考虑废物的产生与管理各步骤之间的相互关系,并根据所产生废物中放射性核素的种类、含量、半衰期、浓度以及废物的体积和其他物理与化学性质的差别,对不同类型的放射性废物进行分类收集和分别处理,以利于废物管理的优化。

### 8.6 放射性物质向环境排放的控制

8.6.1 注册者和许可证持有者应保证,由其获准的实践和源向环境排放放射性物质时符合下列所有条件,并已获得审管部门的批准:

- a) 排放不超过审管部门认可的排放限值,包括排放总量限值和浓度限值;
- b) 有适当的流量和浓度监控设备,排放是受控的;
- c) 含放射性物质的废液是采用槽式排放的;
- d) 排放所致的公众照射符合本标准附录 B(标准的附录)所规定的剂量限制要求;
- e) 已按本标准的有关要求使排放的控制最优化。

8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道,除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液,方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道,并应对每次排放作好记录:

- a) 每月排放的总活度不超过 10 ALI<sub>min</sub>(ALI<sub>min</sub>是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者,其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得);
- b) 每一次排放的活度不超过 1 ALI<sub>min</sub>,并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

8.6.3 注册者和许可证持有者在开始由其负责的源向环境排放任何液态或气载放射性物质之前应根据需要完成以下工作,并将结果书面报告审管部门:

- a) 确定拟排放物质的特性与活度及可能的排放位置和方法;
- b) 通过环境调查和适当的运行前试验或数学模拟,确定所排放的放射性核素可能引起公众照射的所有重要照射途径;
- c) 估计计划的排放可能引起的关键人群组的受照剂量。

#### 8.6.4 注册者和许可证持有者在其所负责源的运行期间应：

- a) 使所有放射性物质的排放量保持在排放管理限值以下可合理达到的尽量低水平；
- b) 对放射性核素的排放进行足够详细和准确的监测，以证明遵循了排放管理限值，并可依据监测结果估计关键人群组的受照剂量；
- c) 记录监测结果和所估算的受照剂量；
- d) 按规定向审管部门报告监测结果；
- e) 按审管部门规定的报告制度，及时向审管部门报告超过规定限值的任何排放。

8.6.5 注册者和许可证持有者应根据运行经验的积累和照射途径与关键人群组构成的变化，对其所负责源的排放控制措施进行审查和调整，但任何调整均需在书面征得审管部门的同意后才能实施。

### 8.7 公众照射的监测

#### 8.7.1 注册者和许可证持有者应按照审管部门的要求，并结合其所负责实践和源的实际情况：

- a) 制定并实施详细的监测大纲，以保证本标准中有关外照射源所致公众照射的各项要求得以满足，并可对这类照射进行评价；
- b) 制定并实施详细的监测大纲，以保证本标准中有关放射性物质向环境排放的各项要求和审管部门所制定的各项要求得以满足，使审管部门能够确认在推导排放管理限值时的假设条件继续有效，并能依据监测结果估算关键人群组的受照剂量；
- c) 按规定保存监测记录；
- d) 按规定期限向审管部门提交监测结果的摘要报告；
- e) 及时向审管部门报告环境辐射水平或污染显著增加的情况；若这种增加可能是由其所负责源的辐射或放射性流出物所造成的，则应迅速报告；
- f) 建立和保持实施应急监测的能力，以备事故或其他异常事件引起环境辐射水平或放射性污染水平意外增加时启用；
- g) 验证对排放的放射性后果进行预评价时所作假设的正确性。

### 8.8 含放射性物质消费品的管理

#### 8.8.1 任何人均不得向公众出售能够引起辐射照射的消费品，除非：

- a) 所引起的照射是被排除的；
- b) 消费品本身满足附录 A(标准的附录)所规定的豁免要求，已被审管部门所豁免；或
- c) 消费品本身是已由审管部门批准销售的。

8.8.2 非豁免消费品的制造商和供应商应保证其产品符合本标准的要求，特别应保证其产品设计与制造中那些在正常操作和使用过程中或在误操作、误使用、事故或处置情况下可能影响人员受照的特性均已实现最优化；在对这些特性进行最优化时，应执行审管部门制定或认可的剂量约束，并应考虑下列因素：

- a) 所使用的各种放射性核素及其辐射类型、辐射能量、活度和半衰期；
- b) 所使用的放射性核素的化学和物理形态及其正常和异常情况下对防护与安全的影响；
- c) 消费品中放射性物质的包容和屏蔽，以及在正常和异常情况下接触这些放射性物质的可能性；
- d) 对售后服务的需求及提供服务的方式；
- e) 同类消费品的有关经验。

#### 8.8.3 消费品的制造商和供应商应保证：

- a) 在每件消费品的可见表面上以印刷、粘贴或其他方式牢固地固定一个醒目的标签，说明该消费品含有放射性物质，并说明该消费品的销售已获得有关审管部门的批准；
- b) 在每个供应消费品的包装体上也清楚地标明 a) 中所规定的信息。

8.8.4 消费品的制造商和供应商应随每件消费品提供一份说明书，就下列各个方面给出明确而贴切的说明和指导：



- a) 该消费品的安装、使用和维修；
- b) 售后服务；
- c) 所包含的放射性核素及其在规定年月日的活度；
- d) 正常使用过程和服务、修理期间的辐射剂量率；
- e) 推荐的处置方法。

## 9 潜在照射的控制——源的安全

### 9.1 责任

9.1.1 注册者和许可证持有者应对其所负责源的潜在照射的控制(即源的安全)负责,应实施本标准第3章所规定的一般要求和第4章与第5章所规定的主要要求,并应根据其所负责源的实际情况实施本章所规定的详细要求。

对于获准营运核设施或放射性废物管理设施的许可证持有者,除了本标准的要求之外,还应遵循国家有关核设施、放射性废物管理设施的防护与安全的专门法规与标准所规定的要求。

9.1.2 注册者和许可证持有者应通过与源的供方或设计者、建(制)造者以合同等法律上有效的方式的合作,保证其实践中的源:

- a) 是经良好设计和建(制)造的；
- b) 符合有关防护与安全要求及相应质量标准；
- c) 经过检查,确认符合相应技术规格书的要求。

9.1.3 注册者和许可证持有者应对其所负责源的运行操作的安全负全部责任;注册者和许可证持有者可以把所负责的源的运行操作任务委托给其他方进行,但仍然要负责保证源的所有运行操作符合本标准的要求。

### 9.2 安全评价

9.2.1 注册者和许可证持有者应根据第4章所规定的有关要求(见4.2.2.3和4.6.1),对其所负责的源进行安全评价。对于结构、系统及部件设计一致的同类型源,如果已存在对源的技术性能的安全评价,则经审管部门认可,可只对源在当地的设置、使用及运行操作条件进行一般的安全评价。其他情况下,通常应进行全面详细的专门安全评价。

9.2.2 安全评价应视源的实际情况包括对下列问题的全面严格审查:

- a) 源的运行操作限值和运行操作条件；
- b) 潜在照射产生的可能性及其性质和大小；
- c) 可能导致潜在照射或可能导致与防护和安全有关的构筑物、系统、部件和程序失效(单一失效或组合失效)的各种途径,以及这类失效可能造成的后果；
- d) 环境变化可能影响防护与安全的途径,以及这类影响的可能后果；
- e) 与防护和安全有关的运行操作程序可能出现错误的途径,以及这类错误可能造成的后果；
- f) 所提出的任何设计修改或运行操作修改及其对防护与安全的意义。

9.2.3 在安全评价中,还应视源的实际情况考虑下述问题:

- a) 可能导致放射性物质突然大量释放的因素和可能释放的最大活度,以及为预防或控制这类释放可以采取的措施；
- b) 可能导致放射性物质连续小量释放的因素,以及为防止或控制这类释放可以采取的措施；
- c) 可能引起任何辐射束意外照射的因素,以及为防止、识别和控制此类事件的发生可以采取的措施；
- d) 为限制潜在照射的可能性和大小所用的安全装置的独立性以及安全装置的冗余性和多样性的适宜程度。

9.2.4 应将安全评价形成文件,如有必要,应由注册者或许可证持有者依据有关质量保证大纲组织对

安全评价文件进行独立的审核。

注册者和许可证持有者应按审管部门规定的审管要求,将安全评价文件提交审管部门进行审评。

9.2.5 在下列情况下,必要时应重新或补充进行安全评价:

- a) 拟对源或与源有关的设施、运行操作程序或维修程序作重大修改;
- b) 运行操作经验或者引起或可能引起潜在照射的事故、故障、失误或事件的资料表明现有的安全评价不当或无效;或
- c) 源的活度发生或可能发生显著改变,或有关安全导则或技术标准已经变更。

9.3 对设计的要求

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 源的设计和建(制)造应保证源:

- a) 符合本标准规定的防护与安全要求;
- b) 满足工程、性能和功能方面的技术规格书;
- c) 满足与部件和系统的防护与安全功能和性能相适应的质量标准;
- d) 便于将来在满足本标准规定的防护与安全要求的前提下退役。

9.3.1.2 对于简单的源,应备有关于正确安装、使用和安全注意事项的资料;对于复杂和较复杂的源,还应备有详细的设计资料。所有资料的表述方式与表述语言文字均应易于其使用者正确理解和执行。

9.3.2 源的选址或定位

9.3.2.1 为具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源选择场址时,应考虑可能影响该源的辐射安全的各种场址特征和可能受到该源影响的场址特征,并应考虑实施场外干预(包括实施应急计划和防护行动)的可行性。

9.3.2.2 在确定装置和设施(例如医院和制造厂)内的小型源的位置时,应考虑:

- a) 可能影响该源的安全和保安的因素;
- b) 可能影响该源引起职业照射和公众照射的因素,包括诸如通风、屏蔽、距人员活动区的距离等;
- c) 考虑了上述因素后工程设计上的可行性。

9.3.3 事故的预防和事故后果的缓解

9.3.3.1 源的各种与防护或安全有关的系统、部件和设备的设计与建(制)造应尽可能有效地预防与该源相关的各种可能的事故、偶发事件或异常事件,将工作人员和公众成员遭受照射的大小与可能性限制到可合理达到的尽量低水平。

9.3.3.2 设计应依据纵深防御原则(见 4.5.2),设置与源的潜在照射的大小和可能性相适应的多重防护与安全措施,并使源的防护与安全重要系统、部件和设备具有适当的冗余性、多样性和独立性,将可以预见的各种事故或事件发生的可能性降至足够低,并有效地控制或缓解它们的后果。

9.3.3.3 设计应为识别可能显著影响防护或安全的非正常运行条件提供必要的系统和设备,所提供的系统和设备应具有足够快的响应,以便能及时采取纠正行动。

9.3.3.4 不管哪种源,只要需要均应设置适当的自动安全系统,一旦源的运行状态超出规定的运行操作限制条件时,能自动将源安全地关闭或减少源的辐射输出量。

9.3.3.5 设计还应做出适当安排,以:

- a) 保证能对安全重要系统、部件和设备进行定期检查和检验,并为进行这类检查和检验提供相应的方法和手段;
- b) 提供适当的方法和手段,确保遵循防护与安全规定进行维修、检查和检验时工作人员不受到过量照射;
- c) 为对工作人员进行运行操作和维修方面的培训提供所需要的专门设备和手段;
- d) 为工作人员实施必要的应急响应计划或程序提供适度的手段。

9.3.4 设计的改进

9.3.4.1 对于已用于实践的源,如果由于安全评价的结果或任何其他原因,认为有必要对这种源的防护与安全措施进行改进,则只有在对拟议中的改进的防护与安全含义进一步作了适当的安全评价之后,特别是应在评价或排除了这种改进对防护与安全的可能的负面影响之后,方可实施这种改进;如果拟议中的改进对防护与安全可能具有重要影响,则还必须上报审管部门,获得批准后方可实施(见4.2.3.2)。

#### 9.4 对运行操作的要求

##### 9.4.1 一般要求

###### 9.4.1.1 注册者和许可证持有者应:

a) 建立明确的职责关系,对源整个运行操作寿期内的防护与安全实施管理,必要时还应建立和健全防护与安全管理组织;

b) 制定书面运行操作程序,保证按所制定的程序进行源的运行操作,并按相应的质保大纲定期对运行操作程序进行复查和必要的更新;

c) 定期审查防护与安全措施的总体有效性,并定期或按需要对源的与防护和安全有关的系统、部件和设备进行适当的检查、维修、试验和保养,以使源在其整个运行操作寿期内均能满足其防护与安全设计要求。

9.4.1.2 注册者和许可证持有者应根据其所负责实践和源的实际情况,配备足够的合格运行操作人员和必要的管理人员,并定期或不定期地对他们进行培训和考核,使他们具备和保持所要求的适任能力。

##### 9.4.2 源的盘查

9.4.2.1 注册者和许可证持有者必须建立和保持严格的源的盘查制度,随时掌握源的数量、存放、分布和转移情况,严防源被遗忘、失控、丢失、失踪或被盗。对于长期闲置的源和已经不能应用或不再应用的源,更应坚持进行严格的盘查。

9.4.2.2 注册者和许可证持有者对其所负责的源的盘查至少应记录和保存下列资料:

a) 每个源的位置、形态、活度及其他说明;

b) 每种放射性物质的数量、活度、形态、分布、包装和存放位置。

##### 9.4.3 异常事件和事故的调查与跟踪

9.4.3.1 注册者和许可证持有者应按本标准的要求和审管部门的有关规定,制定对异常事件和事故进行调查、跟踪和报告的程序。

9.4.3.2 在下列任何一种情况下,注册者和许可证持有者均应按审管部门规定的要求和所制定的程序进行调查和跟踪:

a) 防护与安全相关的量超过了规定的调查水平,或防护与安全相关的运行操作参数超出了规定的运行操作条件范围;

b) 发生了可能导致某个量超过有关限值或运行操作限制条件的设备故障、失误、差错或其他异常事件;

c) 发生了事故;

d) 源的破损或泄漏超过了技术规格书的规定;

e) 源丢失或被盗。

9.4.3.3 发生事件或事故后应尽快进行调查,并提出包括下述内容的书面报告:

a) 事件或事故的过程与原因;

b) 所造成的辐射剂量和污染及其他后果;

c) 防止类似事件或事故再次发生的措施和建议。

9.4.3.4 注册者和许可证持有者应按审管部门的规定,将事故或应报告事件的正式调查报告尽快报送审管部门,并送交其他有关各方。

##### 9.4.4 事故处理准则

9.4.4.1 对于涉及其所负责源的可合理预见的运行操作错误或事故,注册者和许可证持有者应事先作

好准备,使一旦需要时能采取必要的行动进行响应和纠正。

9.4.4.2 对于可能造成异常照射的源,在有可能采取行动控制或影响事故进程和缓解事故后果的场合,注册者和许可证持有者应:

- a) 在考虑源的防护与安全装置对事故的预期响应的前提下,事先制定事故处理程序或指南;
- b) 对运行操作人员和有关应急人员进行培训和定期再培训,使他们掌握事故发生时需要执行的程序;
- c) 使控制事故进程及后果可能需要的设备、仪表和诊断辅助手段处于随时可用的状态。

#### 9.4.5 运行操作经验的反馈

9.4.5.1 注册者和许可证持有者应在其所负责源的正常、非正常运行操作和退役过程中,特别应从所发生的事件和事故中,积累和总结对防护与安全具有重要意义的经验和资料,用以改进自己所负责源的防护与安全,并按审管部门的规定向审管部门提交和向其他有关各方(如源的供方、设计者和同类源的注册者与许可证持有者等)提供这些资料;这些资料应包括与所给定活动相关的剂量数据、维修数据、事件描述和纠正措施等。

9.4.5.2 注册者和许可证持有者应与源的供方或设计者协商,共同建立和保持一种机制,使后者能将其所获得的有关源的防护与安全的资料及时反馈给注册者和许可证持有者。

### 9.5 质量保证

9.5.1 注册者和许可证持有者应负责制定和实施符合本标准 4.4.2 所规定的主要要求的质量保证大纲或程序。所制定和实施的质量保证大纲或程序的性质和范围应与注册者或许可证持有者所负责源的潜在照射的大小和可能性相适应。

9.5.2 质量保证大纲应规定:

- a) 各项有计划的和系统的活动,以确保所规定的各项与防护和安全有关的设计及运行操作要求(包括经验反馈要求)得到满足;
- b) 管理机制,使与源的设计和运行操作有关的各种任务分析、方法开发、标准制定和技能鉴别等能正确、有效地进行和完成;
- c) 确认程序,用以对设计、材料的供应和使用、制造工艺、检查与检验方法以及运行操作程序和其他程序等进行确认。

## 10 应急照射情况的干预

### 10.1 责任

注册者或许可证持有者以及有关干预组织和审管部门,应按国家有关法规和本标准的要求承担对应急照射情况下干预的准备、实施和管理方面的责任。

### 10.2 应急计划

10.2.1 应根据源的类型、规模和场址特征制定应急计划,将场内、场外应承担的应急干预的准备、实施和管理责任规定清楚并做出相应的安排。场内应急计划和场外应急计划应相互衔接和协调。

10.2.2 注册者或许可证持有者和相应的干预组织及审管部门应保证:

- a) 对可能需要进行应急干预的任何实践或源均已制定应急计划,并履行了相应的批准程序;
- b) 干预组织参与相关应急计划的制定;
- c) 确定应急计划的性质、内容和范围时,不但考虑了对该源进行事故分析的结果,而且考虑了由同类源的运行操作和发生过事故所吸取的经验与教训;
- d) 对应急计划定期进行复审和修订;
- e) 对参与实施应急计划人员的培训做出规定,并对以适当的间隔进行应急响应演习做出安排;
- f) 向预计可能会受到事故影响的公众成员提供早期信息。

10.2.3 应急计划应根据情况包括下列内容:

- a) 在报告有关负责部门和启动干预行动方面的责任的划分与安排；
- b) 对可能导致应急干预情况的源的各种运行操作条件和其他条件的鉴别；
- c) 根据附录 E(标准的附录)E2 中给出的准则并考虑可能发生的事故或紧急事件的严重程度所确定的有关防护行动的干预水平及它们的适用范围；
- d) 与有关干预组织进行联系的程序(包括通信安排)和由消防、医疗、公安和其他有关组织获得支援的程序；
- e) 用于评价事故及其场内、外后果的方法与仪器的描述；
- f) 事故情况下发布公众信息的安排；
- g) 终止每种防护行动的准则。

10.2.4 注册者和许可证持有者应保证为迅速获得并向有关应急组织传递足够的资料做出适当安排，以便：

- a) 对放射性物质向环境的任何事故性排放的范围和严重程度进行早期预测或评价；
- b) 随着事故的发展对事故进行快速和连续的跟踪评价；
- c) 确定对防护行动的需求。

### 10.3 干预的决策与干预水平

#### 10.3.1 一般要求

10.3.1.1 应依据干预水平和行动水平来实施应急照射情况下的干预。干预水平用干预中采取某一特定防护行动时预计可以防止的剂量来表示；行动水平则用放射性核素在食品、水和农作物等中的放射性活度浓度来表示，有时也可用预期剂量率或预期剂量来表示。

10.3.1.2 相应于有关防护行动的干预水平和行动水平应是最优化的，但不允许超过附录 E(标准的附录)E1 所给出的任何情况下均要求进行干预的急性照射剂量行动水平。应急计划中所确定的干预水平值只应作为实施防护行动的初始准则；应在对事故进行响应的过程中，在考虑当时的主导情况及其可能的演变的基础上对有关干预水平值进行相应的修改。

#### 10.3.2 干预的正当性

如果任何个人所受的预期剂量(而不是可防止的剂量)或剂量率接近或预计会接近可能导致严重损伤的阈值(如附录 E(标准的附录)E1 所列)，则采取防护行动几乎总是正当的(见 5.3.1)。在这种情况下，对任何不采取紧急防护行动的决策，必须对其正当性进行判断。

#### 10.3.3 防护行动的最优化：紧急防护行动的干预水平和行动水平

10.3.3.1 采取紧急防护行动的决策应以事故时的主导情况为基础。实际可行时，则应根据放射性物质向环境释放的预计情景来做出，但不能为了要验证释放而推迟到根据释放开始后的测量结果来做出。除了这些紧急防护行动之外，还有其他一些在特定情况下可能实行的防护行动，如人员去污或简易的呼吸道防护等，但本标准未对这类防护行动规定专门的干预水平。

10.3.3.2 应在应急计划中根据附录 E(标准的附录)E2.1 所给出的准则明确规定相应于紧急防护行动(包括隐蔽、撤离和碘预防)的干预水平；不管什么群体，当其可防止的剂量预计会超过所规定的干预水平时，则应考虑实施相应的防护行动。

10.3.3.3 需要时，应在应急计划中规定用于停止和替代特定食品与饮水供应的行动水平。

10.3.3.4 如果不存在食品短缺和其他强制性的社会或经济因素，则停止和替代特定食品与饮水供应的行动水平应根据附录 E(标准的附录)E2.2 所给出的准则确定。应将所确定的行动水平应用于可直接食用的食品和经稀释或恢复水分后再食用的干燥的或浓缩的食品。

10.3.3.5 某些情况下，如果食品短缺或有其他重要的社会或经济因素考虑，可以采用数值稍高一些的优化的食品与饮水行动水平。但是，当所使用的行动水平高于附录 E(标准的附录)所给出的行动水平时，则采取行动的决策必须经过干预的正当性判断和行动水平的最优化分析。

10.3.3.6 对于消费数量很少(如少于每人每年 10 kg)的食品，如香料，由于它们在人们的全部膳食中

所占的份额很小,使个人照射的增加也很小,因此,可以采用比主要食品高 10 倍的行动水平。

#### 10.3.4 防护行动的最优化:较长期防护行动的干预水平和行动水平

10.3.4.1 应根据事故后土壤或水体的污染情况考虑农业、水文和其他技术或工业方面的防护行动。

10.3.4.2 受放射性核素污染食品的国际贸易应遵循附录 E(标准的附录)E2.2 中所规定的准则。

10.3.4.3 应在应急计划中根据附录 E(标准的附录)E2.3 所给出的准则规定适用于受照人员临时避迁和返回的干预水平。

10.3.4.4 干预组织应使临时避迁人员了解他们返回家园的大体时间和他们的财产的保护状况。

10.3.4.5 下列情况下,应根据附录 E(标准的附录)E2.3 所规定的准则考虑受照人员的永久再定居:

a) 预计临时避迁的时间会超过所约定的期限;或

b) 根据可防止的剂量,判定永久再定居是正当的。

10.3.4.6 在开始实施永久再定居计划之前,应与可能受影响的人们进行充分的协商。

#### 10.4 事故后的评价和监测

10.4.1 应采取一切合理的步骤,对事故使公众成员所受到的照射进行评价,并通过适当的方式将评价结果向公众公布。

10.4.2 评价应以已获得的最有价值的资料为基础,并根据实质上能产生更准确结果的任何新资料及时加以修改。

10.4.3 应将各项评价和它们的修改以及对工作人员、公众和环境监测的结果进行全面记录,并予以妥善保存。

10.4.4 如果评价表明,继续实施防护行动已不再是正当的,则应停止所实施的防护行动。

#### 10.5 从事干预的工作人员的防护

10.5.1 除下列情况而采取行动以外,从事干预的工作人员所受到的照射不得超过附录 B(标准的附录)中所规定的职业照射的最大单一年份剂量限值:

a) 为抢救生命或避免严重损伤;

b) 为避免大的集体剂量;

c) 为防止演变成灾难性情况。

在这些情况下从事干预时,除了抢救生命的行动外,必须尽一切合理的努力,将工作人员所受到的剂量保持在最大单一年份剂量限值的两倍以下;对于抢救生命的行动,应做出各种努力,将工作人员的受照剂量保持在最大单一年份剂量限值的 10 倍以下,以防止确定性健康效应的发生。此外,当采取行动的工作人员的受照剂量可能达到或超过最大单一年份剂量限值的 10 倍时,只有在行动给他人带来的利益明显大于工作人员本人所承受的危险时,才应采取该行动。

10.5.2 采取行动使工作人员所受的剂量可能超过最大单一年份剂量限值时,采取这些行动的工作人员应是自愿的;应事先将采取行动所要面临的健康危险清楚而全面地通知工作人员,并应在实际可行的范围内,就需要采取的行动对他们进行培训。

10.5.3 应在应急计划中明确规定负责确保 10.5.1 和 10.5.2 所规定的要求得以满足的法人。

10.5.4 一旦应急干预阶段结束,从事恢复工作(如工厂与建筑物修理,废物处置,或厂区及周围地区去污等)的工作人员所受的照射则应满足本标准第 6 章所规定的有关职业照射的全部具体要求。

10.5.5 应采取一切合理的步骤为应急干预提供适当的防护,并对参与应急干预的工作人员的受照剂量进行评价和记录。干预结束时,应向有关工作人员通告他们所接受的剂量和可能带来的健康危险。

10.5.6 不得因工作人员在应急照射情况下接受了剂量而拒绝他们今后再从事伴有职业照射的工作。但是,如果经历过应急照射的工作人员所受到的剂量超过了最大单一年份剂量限值的 10 倍,或者工作人员自己提出要求,则在他们进一步接受任何照射之前,应认真听取合格医生的医学劝告。

## 11 持续照射情况的干预

### 11.1 责任

注册者或许可证持有者以及有关干预组织和审管部门,应按国家有关法规和本标准的要求承担其对持续照射情况下干预的准备、实施和管理方面的责任。

### 11.2 补救行动计划

11.2.1 干预组织应根据情况制定通用的或场址专用的持续照射情况补救行动计划。该计划应在考虑下列因素后规定正当的和最优化的补救行动及相应的行动水平:

- a) 个人照射和集体照射;
- b) 辐射危险和非辐射危险;
- c) 补救行动的经济和社会代价、利益及所需经费的支付责任。

### 11.3 补救行动的正当性判断

11.3.1 在持续照射情况下,如果剂量水平接近或预计会接近附录 E(标准的附录)表 E1.2 所列出的值,则不管在何种情况下采取补救行动几乎总是正当的(见 5.3.1)。在这种情况下,对任何不采取补救行动的决策,则应进行正当性判断。

11.3.2 对下列两类情况采取补救行动不具有正当性:

- a) 污染和剂量水平很低,不值得花费代价去采取补救行动;
- b) 污染非常严重和广泛,采取补救行动花费的代价太大。

11.3.3 与特定实践有关的补救行动的正当性判断应考虑该实践的注册或许可情况:

a) 对于已注册或许可并处于辐射防护体系控制下的实践,在考虑与该实践有关的持续照射的补救行动时,其正当性判断应是该实践正当性判断的组成部分,不应单独考虑补救行动本身的净利益;

b) 对于未履行注册或许可程序的以往的实践,可以只根据与补救行动直接有关的各种因素(如厂址开放的价值、去污可避免的健康危害、投资以及公众的接受程度等)来判断补救行动的正当性。

11.3.4 对于一种已确定为正当的补救行动,即通过检验确认其能带来净利益而认为有理由实施的补救行动,应在实施过程中对其详细特征不断加以调整,以使所获得的净利益达到最大。

### 11.4 持续照射情况的行动水平或剂量约束

11.4.1 应以适当的量规定通过补救行动实施干预的行动水平,如考虑采取补救行动时的年剂量率或所存在的放射性核素的适当平均的活度浓度。

#### 11.4.2 氡持续照射情况的行动水平

11.4.2.1 对于住宅和工作场所内的氡持续照射情况,最优化的行动水平应处于附录 H(提示的附录)中所规定的水平范围之内。

11.4.2.2 审管部门或干预组织应在考虑有关社会或法律情况后,对住宅内氡持续照射情况的补救行动是强制实施还是推荐实施做出决策。

#### 11.4.3 放射性残存物持续照射的剂量约束

11.4.3.1 对于获准的实践或源退役所造成的持续照射,其剂量约束应不高于该实践或源运行期间的剂量约束。使用这类剂量约束的典型情况有:

- a) 核设施退役后厂址的开放;
- b) 以往实践所污染的场区或土地的重新开发或利用,并且这种重新开发或利用可能导致公众照射的增加。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1 mSv/a~0.3 mSv/a)的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限(见 4.3.4)。

11.4.3.3 如果不存在其他照射的可能性,并且降低照射的经济代价太大,则在这种情况下经审管部门认可,可将剂量约束值放宽到 1 mSv/a。

11.4.3.4 如果剂量约束已超过 1mSv/a,并且为进一步减小持续照射而采取技术性措施的经济代价太大,则在这类情况下应采用行政手段对持续照射进行有组织的控制。应对有组织控制的严格程度进行抉择,使之适应当时的情况。



## 前 言

本标准的全部技术内容均为强制性的。

本标准是 GB 14500-1993 的修订版。除了按 GB/T 1.1-1993 的规定对标准格式作了相应修改外,新版作了如下主要修改:

重新编写了“废物管理的目标和要求”和“废物管理的基本原则”两章,强调了可持续发展、废物最少化、优化管理和设立废物管理设施必须“三同时”的原则,其中也包含了国际原子能机构出版的《放射性废物管理的原则》111-F 号安全丛书中的主要内容;增加了“废物的特性鉴定”、“气态和液态废物的排放”、“铀、钍伴生矿放射性废物的管理”和“退役和环境整治”四章;按照放射性废物管理的几个基本步骤重新组织改写了“废物的预处理”、“废物的处理”、“废物的整备”和“废物的处置”各章,并根据近年来废物管理方面的发展,补充了“免管废物的管理”、“废物的贮存”和“废物的运输”三章的内容;删去“低于低放废物的管理”和“管理职责”两章;对“引用标准”和“定义”作了相应的修改。

本标准由全国核能标准化技术委员会辐射防护分技术委员会提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会辐射防护分技术委员会归口。

本标准起草单位:中核清原环境技术工程公司。

本标准主要起草人:孙东辉、陈式、嵯凤官。

放射性废物管理规定

代替 GB 14500—1993

Regulations for radioactive waste management

1 范围

本标准规定了放射性废物的产生、收集、预处理、处理、整备、运输、贮存、处置与排放等各个阶段以及退役和环境整治等有关活动的管理目标和基本要求。

本标准适用于核燃料循环各环节和核技术应用与铀、钍伴生矿开发利用所产生的放射性废物的管理。其他实践所产生的放射性废物的管理亦可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 4792—1984 放射卫生防护基本标准
- GB 8703—1988 辐射防护规定
- GB 9132—1988 低、中水平放射性固体废物的浅地层处置规定
- GB 9133—1995 放射性废物的分类
- GB 11806—1989 放射性物质安全运输规定
- GB 13600—1992 低、中水平放射性固体废物的岩洞处置规定
- GB 16933—1997 放射性废物近地表处置的废物接收准则

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 放射性废物 radioactive waste

来自实践或干预的、预期不会再利用的废弃物(不管其物理形态如何),它含有放射性物质或被放射性物质污染,并且其活度或活度浓度大于审管部门规定的清洁解控水平。

3.2 放射性废物管理 radioactive waste management

包括放射性废物的预处理、处理、整备、运输、贮存和处置在内的所有行政管理和运行活动。通常把有潜在利用价值的放射性污染设备与材料的管理和退役与环境整治也包括在放射性废物管理范围内。

3.3 核燃料循环 nuclear fuel cycle

与核能生产有关的所有活动,包括铀或钍的采矿、选冶、加工和富集,核燃料制造,核反应堆运行,核燃料后处理,退役和放射性废物管理等各种活动,以及与上述各种活动有关的任何研究与开发活动。

3.4 核技术应用放射性废物 radioactive waste from application of nuclear technologies

通常指放射性同位素生产和应用过程中产生的放射性废物(包括废放射源),以及某些射线装置(如中、高能加速器等)应用中产生的放射性废物。

3.5 铀、钍伴生矿放射性废物 radioactive waste from non-uranium-thorium mineral processing

铀、钍伴生矿(如伴有铀、钍的有色金属矿、磷矿、铁矿、煤矿等)资源开发利用中产生的放射性废物。

### 3.6 免管废物 exempt waste

按照清洁解控水平可以免除核审管控制的废物。

### 3.7 清洁解控水平 clearance level

由审管部门规定的、以活度浓度和(或)总活度表示的值。当辐射源的活度浓度和(或)总活度等于或低于该值时,可以不再受审管部门的审管。

### 3.8 废物预处理 waste pretreatment

废物处理前的一种或全部的操作,如收集、分拣、化学调制和去污等。

### 3.9 废物处理 waste treatment

为了安全或经济目的而改变废物特性的操作,如衰变、净化、浓缩、减容、从废物中去除放射性核素和改变其组成等。但不包括废物的固定。

### 3.10 废物整备 waste conditioning

为形成一个适于装卸、运输、贮存和(或)处置的货包而进行的操作,包括把废物转化为固体废物、把废物封装在容器中和必要时提供外包装。

### 3.11 废物处置 waste disposal

把废物放置在一个经批准的、专门的设施(例如近地表或地质处置库)里,预期不再回取。处置也包括经批准后将气态和液态流出物直接排放到环境中进行弥散。

### 3.12 排放 discharge

将气载和液态放射性物质有计划、受控制地释放到环境中。这种释放应符合有关审管部门规定的所有限制。

### 3.13 弥散 dispersion

气态或液态流出物在大气或水体中的输运、扩散和混合的过程。

### 3.14 多重屏障 multiple barriers

由两道或两道以上独立屏障组成的系统,用以隔离系统内的放射性废物和阻止或延迟系统内的放射性核素或其他有害物质向系统外运动。它们通常包括工程屏障和天然屏障。

### 3.15 退役 decommissioning

核设施使用期满或停役后,为了保护公众和环境的长期安全而采取的管理的和技术的行为。退役的目的是实现场址和/或设施的无限制的或有限制的开放或使用。

此定义不适用于铀、钍矿冶尾矿库和废石场的停闭和放射性废物处置场(库)的关闭。

### 3.16 清除 clean up

通常指减少土壤和建(构)筑物表面污染物的活动。

### 3.17 环境整治 environmental remediation (rehabilitation, restoration)

在涉及被污染场所(如因事故被污染的场外场所,或来自以往实践的污染)持续照射的情况下,评估和实施补救行动的过程。

### 3.18 补救行动 remedial action

在涉及持续照射的干预情况下,当超过规定的行动水平时所采取的行动,以减少可能受到的照射剂量。

## 4 废物管理的目标和要求

### 4.1 总目标

采取一切合理可行的措施管理放射性废物,确保人类健康及环境不论现在或将来都得到足够的保护,并不给后代增加不适当的负担。

### 4.2 辐射防护要求

采取有效的控制措施,确保放射性废物及其管理活动所引起的对工作人员和公众的辐射照射不超过国家有关法规和标准的规定,并保持在可合理达到的尽量低水平。

#### 4.3 环境保护要求

确保各项放射性废物管理活动符合国家有关环境保护政策和要求,有利于经济、社会的可持续发展。

为保护环境,放射性废物管理设施应与主体工程同时设计,同时施工,同时投入运行。

### 5 废物管理的基本原则

#### 5.1 保护人类健康

放射性废物管理应确保对工作人员和公众健康的影响达到可接受的水平。在确定辐射防护的可接受水平时应符合 GB 8703 和 GB 4792 的有关规定,并在考虑了经济和社会因素后,使发生照射的可能性、个人剂量的大小和受照的人数都保持在可合理达到的尽量低水平。在确定其他有毒物质危害的可接受水平时应符合国家相应标准的规定。

#### 5.2 保护环境

放射性废物管理应使对环境的保护达到可接受的水平。在确定环境保护的可接受水平时应符合国家有关法规和标准(特别是向环境排放限制)的规定要求,并使废物管理各阶段放射性和非放有害物质向环境的释放保持在实际可达到的最低水平。

#### 5.3 保护后代

放射性废物管理,特别是废物处置、核设施退役和环境整治活动应保证对后代预期的健康影响不大于当今可接受的水平,同时不给后代留下不适当的负担。

#### 5.4 考虑境外影响

放射性废物管理应考虑对境外人类健康和环境的保护,并确保对其的影响不大于对自己境内已经判定可接受的水平。

#### 5.5 遵守国家法律和法规

放射性废物管理应在国家有关法律和法规体系的框架内进行(包括明确职责和具有独立审管职能),并遵守国家法律和法规。

#### 5.6 放射性废物产生的最少化

在一切核活动中,应控制废物的产生量,使其在放射性活度和体积两方面都保持在实际可达到的最少量。

#### 5.7 废物管理各步骤间的相互依赖

放射性废物管理应遵循“减少产生、分类收集、净化浓缩、减容固化、严格包装、安全运输、就地暂存、集中处置、控制排放、加强监测”的方针,实行系统管理。废物管理应以安全为目的,以处置为核心,充分发挥废物处置(包括排放)对整个废物管理系统的制约作用。废物管理应实施对所有废气、废液和固体废物流的整体控制方案的优化和对废物从产生到处置的全过程优化,力求获得最佳的技术、经济、环境和社会效益,并有利于可持续发展。

#### 5.8 废物管理设施的安全

在废物管理设施的选址、设计、建造、运行及退役或处置场关闭的各个阶段应优先考虑安全的需求,以保证设施在其寿命内的安全,并保证公众不会遭受不可接受的危害。

应加强对废放射源和非在用源的安全管理,保证其在任何时候都处于受控状态。

### 6 废物的分类

#### 6.1 废物的标准分类

放射性废物按 GB 9133 的规定分类。

基于处置目的的低、中放固体废物按 GB 9132 的规定分类。

## 6.2 特定的废物分类

在特定场合,为了更好地表示废物的某些特性,可以按不同的废物特征使用下列的分类表述方法:

- a) 按废物来源,如矿冶废物、核电废物、后处理废物、退役废物、核技术应用废物等;
- b) 按废物处理方法,如可燃废物和不可燃废物、可压实(缩)废物和不可压实(缩)废物等;
- c) 按特殊性状,如有机废物、生物废物、混合废物等。

## 7 废物的特性鉴定

### 7.1 目标

采用直接或间接的方法对废物特性进行足够详细的鉴定,为废物的安全管理、核设施退役方案的制定与实施,以及确保符合废物接受的有关准则提供可靠的依据。

### 7.2 基本要求

7.2.1 应按有关规定对废物的分类收集、处理、整备、贮存、运输和处置(排放)活动的有关物项进行特性鉴定,确保符合国家有关法规、标准规定的要求和相应的接收准则。

7.2.2 进行特性参数鉴定时,应采用适当的数据质量控制措施,以保证数据的不确定度可以接受。

7.2.3 营运单位应配备进行特性鉴定所需要的合格人员和必要的设备和方法,必要时也可委托有资格的单位进行鉴定。特性鉴定参数和方法应符合国家有关标准的规定。

7.2.4 应将特性鉴定的参数、方法和操作程序列入有关文件。特性鉴定的结果和评价结论应予记录,并按规定予以保存。

## 8 废物产生的控制

### 8.1 目标

废物产生的控制目标是通过优化设计,合理的运行管理和分类收集,尽可能减少所产生废物的活度和体积,达到最少化。

### 8.2 基本要求

8.2.1 在设计和选择上游生产工艺时,应采用合适的流程、设备、试剂和材料,使其产生的废物体积和含盐量、悬浮固体颗粒或有害物质的含量低,放射性活度浓度低,并且易于安全和经济地处理或处置,选择技术与经济综合性能好的工艺和设备。

8.2.2 在废物处理和整备设施的优化设计中,应采用使用寿命长、操作维修简便、处理效果好、投资和运行费低以及二次废物产生量少、减容比大、包装体积小的方案。

8.2.3 应防止各类废物的混杂,尽可能使废物的组成简单并易于进一步处理。

8.2.4 应考虑并实施废物直接或经处理或去污后再循环或再利用的可能性,以充分利用资源,减少废物产生量。

## 9 废物的预处理

### 9.1 目标

废物预处理的目标是将废物分类收集,防止混杂和调整废物的性质,为后续的处理、整备或处置提供良好的条件。

### 9.2 基本要求

9.2.1 应分类收集放射性废物与非放射性废物、长寿命放射性废物(包括高放废物和 $\alpha$ 废物)与短寿命放射性废物、可燃废物与不可燃废物、可压实废物与不可压实废物,以避免混杂和交叉污染,简化废物的进一步处理或处置。

9.2.2 收集和分拣操作一般应在专用的设施或设备中进行,并配有必要的通风、防护、检测和监督手

段,以减少对工作人员的照射,防止污染扩散。

9.2.3 应尽量把免管废物、极低放废物和可供再循环、再利用的物料从废物流中分拣出来,以减少废物的处理和处置量。

9.2.4 化学调制和去污应符合 8.2 的要求,控制废物的成分和产生量,并满足后续步骤(处理、整备、运输、贮存和处置)的要求。

9.2.5 应采取专门措施收集和保存被放射性污染的动物尸体或器官组织,以及其他生物和医疗废物,以防止腐烂和病菌传染。

## 10 废物的处理

### 10.1 目标

废物处理的目标是降低废物的放射性水平或危害、减少废物处置的体积。

### 10.2 基本要求

#### 10.2.1 放射性废气的处理

10.2.1.1 应根据放射性废气的特性(如物理和化学特性,放射性核素种类和活度浓度、有机物浓度、气溶胶浓度、含尘量、含湿量、酸碱度和温度等)和排放限值选择合适的处理工艺(如过滤、吸附和洗涤等),采用安全、高效、二次废物量少和经济的方法和设备。

10.2.1.2 为防止污染扩大,应合理组织工艺废气处理系统和放射性工作区通风系统的气流走向,并保持一定的负压和/或换气次数。

10.2.1.3 对从事开放性操作、产生粉尘的操作和超铀元素操作的工作箱、设备室或区域应考虑分别设置独立的排风处理系统,或净化后并入总的排风系统,以防交叉污染和影响通风系统的正常运行。

10.2.1.4 在进行可能引起污染的检修、去污、拆卸操作和发生事故的场所,应考虑设置临时排风装置的可能性。

10.2.1.5 在可能存在易燃易爆气体的地方应设置必要的防火、防爆装置。

10.2.1.6 过滤器、吸附器、洗涤器等要定期检查其净化效率和压力降,并及时更换净化介质或部件。

#### 10.2.2 放射性废液的处理

10.2.2.1 应根据放射性废液的特性(如物理和化学特性、放射性核素种类和活度浓度、有机物含量、含盐量、悬浮物含量、酸碱度等)和排放限值选择合适的处理工艺(如蒸发、离子交换、膜技术、絮凝沉降、吸附、过滤、离心分离等),采用安全、高效、二次废物量少和经济的方法与设备。

10.2.2.2 应合理分类处理不同的放射性废液(如高、中、低放废液,有机与无机废液,工艺与非工艺废液等),以防系统交叉污染、增加处理和整备的复杂性、增加维修和检查的困难。

10.2.2.3 当采用蒸发法净化处理高放废液时,应考虑限制蒸发器加热介质的温度,并设置防爆装置。高放浓缩液接受槽应考虑设置冷却装置和采取防核临界措施。

10.2.2.4 当采用热解焚烧或湿法氧化法处理有机废液时,应考虑设置防火、防爆装置。

10.2.2.5 从废液中回收易裂变材料时,应考虑核临界安全问题。

10.2.2.6 应考虑经过处理后净化水复用的可能性及其复用的范围。净化水系统应单独设置,并予严格检验和控制使用。

10.2.2.7 应从系统、设备、管道、阀门与管件、焊接与安装、维修等各方面加强管理,防止发生放射性废液污染事故。

#### 10.2.3 放射性固体废物的处理

10.2.3.1 应根据放射性固体废物的特性(如物理、化学和生物特性、放射性核素和活度浓度等)和后续整备、贮存、运输或处置的要求、选择合适的处理工艺,采用安全、高效、二次废物量少、包容性好和经济的方法和设备。

10.2.3.2 对固体废物采用焚烧减容处理时,应根据废物特性(如化学成份,热焓、含水率、密度、不可燃

物含量等)选择合理的炉型和操作条件,保证燃烧完全,防止炉内架桥、炉篦堵塞和产生有毒物或易爆物。

焚烧系统应设置防火、防爆装置,并设有完善的排气净化系统,并保证排入大气的放射性及其他有害物质低于审管部门规定的限值。

应根据焚烧灰渣的特性对其作进一步处理。应考虑回收其中有用的物质,或直接进行固定、熔融,或暂存在可靠的密封容器内,待整备后送废物处置场处置。

10.2.3.3 当对固体废物采用压实减容处理时,应采取措施收集压实时产生的废液,并防止发生气载污染。必要时,压实前可将废物切割成小块或在桶内预压实,以提高压实的减容比。

10.2.3.4 处理废铅包壳时,应注意防止自燃或燃烧。

10.2.3.5 固体废物处理中应考虑材料的回收和利用。

#### 10.2.4 其他要求

10.2.4.1 废物处理设施应设有完善的防护措施,保证工作人员的辐射安全。处理 $\alpha$ 废物的系统应安置在相应的密封屏障内,并注意确保核临界安全。

10.2.4.2 应考虑废物浓缩、减容后放射性活度浓度的提高所导致的辐射影响。必要时,应采取适当措施防止对工作人员和公众造成不可接受的照射。

### 11 废物的整备

#### 11.1 目标

废物整备的目标是把废物转变成符合后续过程废物接收准则要求的废物体或废物包,保证搬运、运输、贮存和处置过程中的安全。

#### 11.2 基本要求

11.2.1 应将放射性废液转变成固体废物体,并封闭在容器中。应根据放射性废液的特性(化学组成、放射性核素和活度浓度等)和后续贮存、运输或处置的要求选择合适的固体基质(如水泥、沥青、聚合物、玻璃、陶瓷体等)。

11.2.2 废物固化时应采用固化产品安全性能好、废物包容量大、减容效果好、操作与维修简单和安全的固化配方、固化工艺与设备。

固化体的性能应满足以下基本要求:

- a) 放射性核素的浸出率低;
- b) 具有足够的化学、生物、热和辐射稳定性;
- c) 具有一定的机械强度和抗冲击性能;
- d) 质地均匀、密实,比表面积小,整体性好;
- e) 与基质材料和包装容器有良好的相容性。

固化体的性能应符合有关标准的规定。

11.2.3 埋置或包封固体废物时应选用合适的介质材料,以保证废物体尽可能均匀和密实。特别要考虑某些金属废物(如Al、Mg、Zr)与碱性水反应产生氢气的可能影响。

11.2.4 各类废物应选用合适的包装(必要时包括外包装)才能进行贮存、运输和处置。废物容器应符合GB 11806和其他有关包装容器标准的规定。废物包装的材料和结构应满足贮存、运输和处置的废物接受准则的要求。

11.2.5 应尽可能采用标准包装容器(如废物容器、屏蔽容器、运输容器或外包装),以便于装卸、运输、贮存和处置。

11.2.6 应充分考虑 $\alpha$ 废物包装容器的密闭性。采用高整体容器时,应考虑长期辐照对废物体及容器的影响。

11.2.7 废物整备设施的营运者应定期对其废物体和废物包的长期安全性进行评估,以保证在搬运、贮

存、运输和处置的正常工作条件下和设定的事故工况下能包容放射性物质。废物体和废物包装的技术特性应根据评估的结果加以改进。

11.2.8 废物包装容器应由具有制造许可证的单位生产,并按相应标准规定的要求进行检验和验收。

## 12 废物的贮存

### 12.1 目标

废物贮存的目标是在规定的贮存期间内确保废物不丢失、可回取和废物容器的完好,以便进一步处理、整备、运输或处置。

### 12.2 基本要求

#### 12.2.1 固体废物的贮存

12.2.1.1 废物应按其放射性活度和所含核素半衰期的不同分类贮存。低、中放固体废物的贮存期一般不宜超过五年。应适时对废物进行相应的处理、整备或处置。

12.2.1.2 贮存库的设计和运行应便于废物包的监视、识别、回取和管理。

12.2.1.3 应根据库址的自然条件(如温度、湿度、空气中腐蚀性成分的含量)和废物特性(如侵蚀性、释热、放射性活度等)采取必需的措施(如通风、除湿、防火、防水、防震、防雷击、防撞击、屏蔽、冷却、实物保护、剂量监测等),保证在规定的贮存期限内废物的安全和容器的完好。必要时,应对废物包进行探测,以便及早发现容器损坏、放射性泄漏或容器内有气体产生。

12.2.1.4 贮存库的设计应考虑适当的冗余度,以满足检修和事故工况下废物量可能增加的需求。贮存库中废物的贮量(体积和放射性总活度)和贮存时间不得超过设计规定或审管部门的要求。对贮存含易裂变材料的废物库,应采取防核临界措施。

12.2.1.5 经过贮存衰变,如果废物的放射性活度浓度达到免管或极低放的水平,经审管部门批准可分别按免管废物或极低放废物进行处理或处置。

12.2.1.6 应为检修或退役中产生的大件废物设置贮存场所。贮存场所的设计应考虑废物安全和废物对场地的可能影响,以及废物回取和转运的可能性。拟送贮存场所的废物的表面剂量应达到运输规定要求。

12.2.1.7 贮存库应建立废物档案和出入库登记制度,保证废物始终处于有效监控之下。

#### 12.2.2 废液的贮存

12.2.2.1 废液贮槽的材料应选用经过检验证明能耐所存放废液侵蚀的金属或其他材料。

12.2.2.2 废液贮存设施应至少有一个备用槽。备用槽的容量至少应与最大槽的容量相等。

12.2.2.3 废液贮存设施应设置多重安全屏障,如采用双层贮槽、加托盘和多种检漏装置;设置必要的检测仪表(温度、压力、液位、酸碱度等)以及通风、搅拌、转运和取样装置;采取监控废物特性和防止形成燃爆条件等措施。高放废液贮槽还应设置冷却、防核临界和控制气相中氢气浓度的系统。应采取措施保证设施的运行参数保持在可接受的限值内,防止放射性气溶胶和液态流出物超过规定的限值。

#### 12.2.3 少量核技术应用废物的临时贮存

12.2.3.1 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物(包括废放射源),经审管部门批准可以临时贮存在许可的场所和专用容器中。贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限值。

12.2.3.2 应采用安全可靠的贮存容器,建立必要的管理办法,并配备管理人员,防止废物丢失或污染周围环境。

12.2.3.3 临时贮存期满前应把废物送往贮存库或废物处理、处置单位。

12.2.3.4 如果需要较长期(如几年)的就地贮存,应考虑保持废物包在此期间的完整性。必要时应考虑将废物固定或把废物转移到耐辐照、耐侵蚀的容器中,并保证不对工作人员和环境造成危害。



## 13 废物的运输

### 13.1 目标

废物运输的目标是确保废物安全到达目的地,即在整个运输过程中废物不泄漏、不丢失,废物包装不受损坏,环境不受污染,工作人员和公众所受的照射剂量低于 GB 11806 规定的限值。

### 13.2 基本要求

#### 13.2.1 废物货包

废物货包应满足 GB 11806 规定的有关要求,包括货包的类别、内容物、表面剂量和污染水平,货包的设计、制造、试验以及货包的标识和装运。

应采用经检验合格的容器运输废物,并定期对循环使用的废物运输容器进行检查、去污和复验,以保证运输安全。

#### 13.2.2 运输工具

应根据货包的特性和运输条件选择合适的运输工具。运输工具应有足够的承载能力、可靠的栓固货包的机构和明显的放射性货运标牌,并与所选择的运输路线相适应。必要时应采取辐射防护措施。

#### 13.2.3 运输路线

选择运输路线应考虑:

- a) 沿途的人口和经济发展情况、军事设施和大型危险品仓库情况;
- b) 沿途的自然条件(地形、气候等);
- c) 沿途的道路、桥梁、涵洞、隧道的通过能力和现状;
- d) 交通流量、事故发生率和通信条件;
- e) 沿途停靠地的社会治安状况和安全保卫条件;
- f) 货包转运的条件(起重和转运工器具等)。

#### 13.2.4 运输计划

应按 GB 11806 规定的要求制定严密的运输计划(包括应急安排),以保证废物货包运输安全。

#### 13.2.5 启运前的准备

启运前应为实施安全运输做好一切必要的人员、技术、仪表、物资、后勤支持和财务的准备工作,并需按法规要求获取准运许可。

#### 13.2.6 运输中的要求

应按 GB 11806 规定的运输中的隔离、货包的摆放、中转存放、货包和运输工具的标志等要求,以及经主管部门批准的运输计划和路线进行运输。运输中应保持对货包的监控和可靠的通信联络。如运输途中出现异常情况,应按预定的应急安排及时与有关方面联系,同时采取必要的措施,保证人员、货包和环境的安全。严禁无关人员搭车。货包运抵目的地后必须按计划做好交接工作。

#### 13.2.7 场内运输

应根据废物包的特性和场内运输条件考虑实施上述部分或全部废物运输的基本要求。各单位应对其负责的那部分场内运输工作加强管理,并负有安全责任。

## 14 废物的处置

### 14.1 目标

固体废物处置的目标是将废物与人类及环境长期、安全地隔离,使它们对人类环境的影响减小到合理达到的尽量低水平。

### 14.2 基本要求

14.2.1 被处置的固体废物应是适宜处置的废物体,近地表处置的废物应符合 GB 16933 接收准则的规定。

14.2.2 固体废物处置系统应能提供足够长的安全隔离期。通常,低、中放废物的隔离期不应少于300年; $\alpha$ 废物和高放废物(包括不被后处理的乏燃料)的隔离期不应少于10 000年。每个处置设施的隔离期应经过评价,由审管部门在许可证条件中予以规定。

14.2.3 固体废物处置设施应根据需要设置不同的多重屏蔽,包括工程屏障(废物体、废物容器、处置结构和回填材料)和天然(地质)屏障,以实现废物与环境的有效隔离。应把多重屏障视作一个整体系统,每个屏障都应对系统的安全作出有效的贡献。某一屏障的不足应由其他屏障加以弥补。

14.2.4 由于废物隔离的长期性和不确定性,废物处置系统的设计应留有较大的安全裕度。应尽量增加系统的固有安全性,减少对长期监护管理的依赖。

14.2.5 低、中放固体废物应按“区域处置”的方针实施处置。在考虑废物来源和数量、经济和社会因素的条件下应建设若干个国家区域处置场。

14.2.6 低、中放固体废物应采用近地表处置(包括岩洞处置)方式,也可采用其他具有等效功能的处置方式。低、中放固体废物处置应按GB 9132和GB 13600的规定进行选址、设计、建造、运行、关闭和监护。

14.2.7 高放固体废物和 $\alpha$ 废物应按“集中处置”的方针实施处置。应在合适的深地质层中建设一座国家地质处置库,处置全国的高放固体废物和 $\alpha$ 废物。

14.2.8 处置设施的选址应考虑以下基本要求:

- a) 地质构造简单、稳定,岩性均匀,面积广,岩体厚,有较好的吸附和阻滞核素迁移性能;
- b) 水文地质条件简单,地下水位较深,无影响地下水长期稳定的因素;
- c) 工程地质状况稳定;
- d) 距地表水和饮用水源有一定距离;
- e) 人口密度低、开发前景小,没有重要的自然和人文资源;
- f) 尽可能远离飞机场、军事试验场地和危险品仓库。

14.2.9 放射性废物处置设施应由国家授权的专营单位负责营运。

## 15 气态和液态废物的排放

### 15.1 目标

气态和液态废物排放的目标是将符合排放限值的流出物分别在规定的受控条件下排放到弥散条件良好的大气或水体中,使它们对人类环境的影响减小到可合理达到的尽量低水平。

### 15.2 基本要求

15.2.1 气态和液态废物的排放不应超过审管部门批准的排放限值,包括放射性总活度和活度浓度限值。其中非放有害物质的含量应符合国家有关标准规定的要求。

15.2.2 排放前应对流出物进行监测和控制。

15.2.3 液态废物应采用槽式排放方式进行排放。

15.2.4 应设置适当的流量和浓度测量设备,对流出物实施受控排放。

15.2.5 排放口应考虑设置在居民区、水源或生态保护区的下风向或下游,并具有良好的弥散条件。

15.2.6 排放口位置的选择应经过论证和审批,必要时应进行模拟试验。排放工程设计应考虑有利于迅速、均匀的弥散。

## 16 免管废物的管理

### 16.1 目标

按照清洁解控准则,尽量将可免管的废物从其他放射性废物中分拣或分离出来作为非放射性废物处理、处置,以减少放射性废物的处理、处置费用。

### 16.2 基本要求

- 16.2.1 废物的免管须经监管部门确认并以书面文件形式予以批准。
- 16.2.2 被确认为免管的废物不再作为放射性废物处理、处置,不需要进行辐射安全方面的监督管理。
- 16.2.3 应妥善保存有关的文件资料。

## 17 铀、钍矿冶废物的管理

### 17.1 目标

铀、钍矿冶废物管理的目标是保持对矿冶设施废气、废液、废石和尾矿的有效控制,最终完成对尾矿库、废石场、堆浸场、地浸场、废矿井和露天采场废墟的整治,使其达到永久封闭和长期安全稳定,以保护环境和公众免受放射性物质的危害和其他可能的危害。

### 17.2 基本要求

17.2.1 铀、钍矿冶设施在设计、运行和退役中均应采取措施控制废物产生量,控制废物中的放射性和非放有害物质向环境的释放,以免污染大气、地表水、地下水和周围地区。

17.2.2 铀、钍矿冶废物管理设施的设计、运行和退役应满足相应标准规定的要求。矿冶地面设施的退役应按第20章的要求进行。

17.2.3 对挡渣墙和尾矿坝体应采取必要的护坡、加固措施,对尾矿库、废石场应采取排洪措施,防止发生垮坝和塌坝,造成废石、尾渣的流失。废石场和尾矿库的选址、设计、建造和运行应满足相关标准规定的要求。

17.2.4 应采取措施,防止废石和尾矿中的放射性核素和非放射性有害物质被淋浸而渗入地下水或随地表水迁移而污染水源和农田。尾矿库周围应设置必要的监测井,定期进行取样、监测。

17.2.5 铀、钍矿冶设施产生的废渣,在有条件情况下应尽量将其回填入废旧巷道或采空区,以减少地面堆存量。

17.2.6 废石场、尾矿库在最终退役治理时,应进行整形、覆盖、加固和植被,或其他稳定化处理,保证其表面氨析出率不超过审管部门规定的限值,并控制放射性核素向周围环境的释放。

17.2.7 应对全部废矿坑(井)口采取永久性封闭措施。露天采场废墟应进行稳定化处理。

17.2.8 堆浸场停用后,应依据具体情况对堆浸场地进行清除、整治或将废物运至专用的废渣场或尾矿库处置。

17.2.9 地浸作业结束后,应对地浸矿区的地下水采取复原措施,并对地表设施及场地进行整治。

17.2.10 设施完成退役治理后应进行长期监护。

## 18 核技术应用废物的管理

### 18.1 目标

核技术应用废物管理的目标是通过核技术应用废物的安全管理,特别是对放射源的控制,减少工作人员和公众受照事故的发生,促进放射性同位素和辐射技术的广泛应用。

### 18.2 基本要求

18.2.1 核技术应用单位应对其产生的放射性废气、废液(含闪烁液)和固体废物(含生物废物)实施有效的管理。应按照核素半衰期对废液和固体废物进行分类收集,对核素半衰期较长的还应按照废物的性状进一步分类。

18.2.2 核技术应用单位应采取必要措施加强对放射源(包括在用源和废源)的管理。应建立放射源管理的责任制度和责任转移制度,确保放射源始终处于有效监控状态。

18.2.3 废镅源必须可靠地密封、整備和贮存。

18.2.4 核技术应用废物应送往城市放射性废物贮存库集中收贮。对含有较短半衰期核素的废物应实行衰变贮存,直至衰变为免管废物或极低放废物;对动物尸体应进行干燥或无机化处理,以防腐烂变质导致病菌传染;对含有较长半衰期核素的废物,应在完成必要的处理和整備步骤后送低、中放废物处置

场处置。城市放射性废物贮存库的选址、设计、建造和运行应满足有关标准和审管部门规定的要求。

18.2.5 医院、学校、研究所和其他放射性同位素应用单位产生的少量放射性废物(包括废放射源)的短期贮存应符合 12.2.3 的规定。

18.2.6 拟排入下水道系统的免管废液,排放前应单独收集,经衰变并检测合格后才能排放。

## 19 铀、钍伴生矿放射性废物的管理

### 19.1 目标

铀、钍伴生矿放射性废物管理的目标是通过伴生矿开发利用中产生的废气、废液和固体废物的管理,保护公众健康,防止环境污染,降低环境天然辐射照射水平,并有利于这类资源的持续利用。

### 19.2 基本要求

19.2.1 伴生矿开发利用单位应负责对矿物开采、选矿、冶炼、加工或产品应用中产生的伴生矿放射性废物实施有效的管理。应遵照国家有关法规建立废物管理制度,建设必要的废物管理设施;气态和液流出物的排放不应超过审管部门批准的排放控制值;需要建造固体废物处置设施时,其选址和工程设计应满足相关标准的安全要求,并提交环境影响报告书(表)。

19.2.2 对过去积存的伴生矿放射性固体废物应采取覆土、恢复、植被、种植防风林等补救措施进行整治,以降低 $\gamma$ 辐射剂量率,控制放射性气溶胶扩散,降低射气析出率。对已污染的环境应进行整治。整治工程应提交环境影响报告书(表)。

19.2.3 对于产生伴生矿放射性废物的设施的关闭、退役或转产,要进行辐射环境现状评价。

19.2.4 伴生矿放射性废物的再利用应经审管部门审批。废渣用作建筑材料或污染金属经去污后回收利用应符合有关标准的规定。

## 20 退役和环境整治

### 20.1 目标

退役和环境整治的目标是通过去污、拆除、解体、拆毁、清除和补救行动等作业,使设备和材料中、场址和留用建筑物中和环境中残留的放射性物质与其他有害物质的量和危险减少到可以接受的水平,并对退役和环境整治产生的废物给予有效的管理,实现设备和材料的再利用以及建筑物和场址的无限制或有限制的开放和使用。

### 20.2 基本要求

20.2.1 应在核设施的设计和运行阶段就考虑如何有利于设施的退役。

20.2.2 核设施关闭后应着手退役准备工作,主要包括:

a) 移走设施中剩余的核燃料或工艺物料,清理运行期间积存的废物,以减少设施的放射性存量和退役中的风险;

b) 进行放射性和非放有害物质的初步源项调查,并估计退役废物产生量。源项调查应随着退役工作的开展不断深入和细化;

c) 按审管要求提交《退役申请书》和退役计划,编制退役安全分析和环境影响初步评价报告。

20.2.3 应根据退役核设施的类型、规模、复杂程度,现有的技术条件和人、财、物资源条件,退役后设施或场所的用途和终态要求,以及审管要求,制定退役计划和退役方案。

20.2.4 对大型核设施(如核反应堆、乏燃料后处理厂)应考虑分阶段退役,并按国家主管部门的规定开展相应的设计并实施退役工作。

20.2.5 应通过选用合适的去污和拆除技术,采用适当的污染控制(如放射性物质和气溶胶的包容)方法、废物分类、废物处理和处置以及行政管理和内部监查措施,防止放射性污染扩散、减少废物产生量和降低其放射性水平、减少向环境的排放、减少对工作人员及公众的危害和减少对环境的影响。

20.2.6 采用延迟拆除、监护封存、利用部分设施作退役废物长期存放或处置设施,或就地埋藏(处置)

核装置(如反应堆堆芯)的方案时,应对有关装置、系统和建(构)筑物进行特性鉴定,并对其长期稳定性进行评估,必要时应采取相应的加固措施。应对方案及其实施进行严格的论证、审查、批准和监督,以免对环境造成不可接受的危害。

20.2.7 退役废物管理应作为退役工程的组成部分给予规划和实施。放射性废物不应在已退役的场址长期贮存,应及时进行处理、整备和处置。

20.2.8 退役中应重视工业安全和非放有害物质的危害,使之符合国家有关法规、标准的规定。

20.2.9 退役中应对材料、设备、工具、建筑物和场址进行特性鉴定。按照清洁解控水平,尽量从退役废物中分出免管废物、极低放废物,回收可再循环、再利用的材料、设备和工具。

20.2.10 在退役计划中应包括环境整治的内容,如清除污染的地表和建(构)筑物表面上的放射性残留物,使其达到规定的水平,或在逐个分析的基础上确定补救行动要求,以及土地平整或植被等。

20.2.11 在退役和环境整治中产生的放射性水平很低、但略高于清洁解控水平的大量废物(又称极低放废物),应按审管部门批准的管理限值和实施方案进行处置,而不必送往低、中放废物处置场处置。

20.2.12 核设施完成退役后,退役责任单位应收集、整理和保存好与设施退役有关的文件和记录,并向审管部门提交最终退役报告。

最终退役报告经审管部门审查验收后,营运单位的责任方可终止,并对场地实施无限制或有限制的开放和使用。

## 21 废物管理设施的监测和监督

### 21.1 目标

废物管理设施监测和监督的目标是确保设施的各系统按国家有关规定的要求运行,并能证明其符合要求。

### 21.2 基本要求

21.2.1 应设立监测机构,配备适当的人员和仪器、设备,按计划和规定的项目对废物管理设施和环境进行监测。监测结果应按程序形成书面文件,并按规定上报审管部门,接受其监督和检查。

21.2.2 对废物管理设施实施监测的主要内容包括:

- a) 对废物产生、分拣、处理、整备、贮存、运输和处置的全过程进行废物和废物包的特性鉴定;
- b) 向环境释放的流出物的数量、放射性核素的组成、活度浓度和总活度和非放有害物质的浓度;
- c) 固体废物产生量和送往贮存、处置的清单;
- d) 厂(场)区内外适当范围内环境(地表水、地下水、空气、土壤、动植物等)的监测;
- e) 核设施退役的终态监测。

21.2.3 对废物管理设施实施监督的主要内容包括:

- a) 设施的选址;
- b) 设施运行和退役的安全;
- c) 环境保护的实施;
- d) 质保大纲;
- e) 应急计划;
- f) 处置场(库)关闭后的监护;
- g) 设施和废物文件的保存。

## 22 安全分析和环境影响评价

### 22.1 目标

安全分析和环境影响评价的目标是通过报告书的编制、审评和批准,确认该放射性废物管理设施或活动是安全的,对环境可能造成的影响是可接受的,满足有关法规、标准和审管的要求。

## 22.2 基本要求

- 22.2.1 所有废物管理设施或活动的营运者应按法规的规定和审管部门的要求编制、修改、更新并向审管部门提交环境影响评价报告。具有较高安全要求的废物管理设施应同时提交环境影响评价报告和安全分析报告。
- 22.2.2 环境影响评价报告书和安全分析报告的格式和内容应符合相应的法规、标准和审管部门的要求。
- 22.2.3 环境影响评价应说明正常运行和事故工况下对公众和环境可能造成的影响是否可以接受。安全分析应说明废物管理设施活动的安全性、运行中可能出现的事故和事件以及必要的防范对策。
- 22.2.4 营运者应根据审评意见,对不符合要求的活动、物项、系统或设施进行改造,直至满足审管要求。

## 23 质量保证

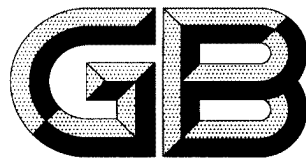
### 23.1 目标

质量保证的目标是给公众和审管部门提供充分的信任,确保:

- a) 废物管理设施是按照安全要求进行设计、建造、运行、关闭和退役的;
- b) 废物从产生到处置(排放)的全过程始终处于受控状态。废物、废物包和排放的流出物的特性是清楚的、可信的;
- c) 废物管理中的各项活动及其产品均满足有关法规、标准以及审管或许可证规定的要求。

### 23.2 基本要求

- 23.2.1 废物管理设施的营运者应根据设施的规模和复杂程度,以及废物的潜在危害性,制定和实施相应的质量保证大纲,并需经审管部门审查和批准。
- 23.2.2 为确保质量保证大纲的实施,废物管理设施的设计、建造和营运者均应编制和实施相应的质量保证大纲和其他质量文件。
- 23.2.3 在编制和实施质量管理文件中要重视对工作人员安全文化素养的教育、培训和考核。
- 23.2.4 质量保证大纲应包括以下主要内容:
- a) 质量方针和质量体系;
  - b) 负责编制和实施质保大纲的组织机构。明确规定有关组织和人员的责任和权限,提供必要的资源;
  - c) 设施的设计、建造、运行和退役的控制。明确规定应符合的标准、工程规范,技术要求等;
  - d) 物项和服务的采购控制。特别是与生产废物包(包括废物体和包装容器)有关的试剂、材料和工艺的控制;
  - e) 废物产生和分拣的控制。明确分类的准则;
  - f) 废物特性的鉴定和控制。明确废物管理各环节(包括分类收集、贮存、运输和处置)的废物接收准则;
  - g) 废物管理各阶段工艺参数的控制;
  - h) 文件和记录的控制;
  - i) 监查。



# 中华人民共和国国家标准

GB 11806—2004  
代替 GB 11806—1989

---

## 放射性物质安全运输规程

**Regulations for the safe transport of radioactive material**

(IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, Regulations  
for the Safe Transport of Radioactive Material, 1996 Edition  
(As Amended 2003), IDT)

2004-11-02 发布

2005-08-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

**本标准的全部技术内容为强制性。**

本标准等同采用了国际原子能机构(IAEA)的安全标准丛书 IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1(2003 年修改版)《放射性物质安全运输规程》(英文版)。其技术内容与所采用的国际标准完全一致,只做了少量的编辑修改。具体修改内容为:

- 去掉了原国际标准的前言;
- 去掉了原国际标准的第一章“引言”部分,代之以本标准的第一章“范围”;
- 去掉了原国际标准中“对托运货物运输要求的一览表”;
- 将原国际标准中引用的一些其他国际标准替换为相应的我国标准;
- 在条文编号和编写格式上根据我国国家标准的编写规定进行了调整。

本标准代替 GB 11806—1989《放射性物质安全运输规定》。本次修订本与 GB 11806—1989 相比主要改变如下:

- 对“放射性物质”的定义、分类和限值进行了修改,增加了“低弥散放射性物质”的定义和相应的实验要求,铀-238 不再被当作是易裂变材料;
- 对一些  $A_1$  值与  $A_2$  值进行了修改;
- 对放射性物质货包的分类和相关限值与要求进行了修改,新引入了 C 型货包及其相关要求,对 2 型工业货包(IP-2)、3 型工业货包(IP-3)和六氟化铀货包增加了要求,统一了各类货包的表面污染要求;
- 增加了对易裂变材料的核临界安全指数控制。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国核能标准化技术委员会提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:国家环保总局核安全中心和核工业第二研究设计院。

本标准主要起草人:孙喜云、许明霞、王维善、吴 浩。

本标准所代替的标准历次版本发布情况为:

- GB 11806—1989。



# 放射性物质安全运输规程

## 1 范围

本标准规定了与放射性物质运输有关的安全要求。本标准中的运输包括包装的设计、制造和维护,也包括货包的准备、托运、装卸、运载(包括中途贮存),货包最终抵达地的验收。本标准对运输情况的分类采用正常(包括常规和小事件)和事故条件。

本标准适用于放射性物质(包括伴随使用的放射性物质)的陆地、水上和空中任何方式的运输。

本标准不适用于:

- a) 已成为运输手段的一个组成部分的放射性物质;
- b) 在单位内进行不涉及公用道路或铁路运输而搬运的放射性物质;
- c) 为诊断或治疗而植入或注入人体或活的动物体内的放射性物质;
- d) 已获得主管部门的批准并已销售给最终用户的消费品中的放射性物质;
- e) 含天然存在的放射性核素的天然物质和矿石,处于天然状态或者仅为非提取放射性核素的目的而进行了处理,也不准备经处理后使用这些放射性核素。且这类物质的活度浓度不超过 5.1~5.2 规定值的 10 倍;
- f) 任一表面存在的放射性物质均不超过 3.14 规定限值的非放射性固体物体。

当运输的放射性物质具有附加风险及与其他危险品一起装运时,还应遵守危险品运输的有关规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4075 密封放射源 一般要求和分级(GB 4075—2003,ISO 2919:1999,MOD)

GB 15849 密封放射源的泄漏检验方法(GB 15849—1995,eqv ISO 9978:1992)

GB/T 5338 系列 1 集装箱 技术要求和试验方法 第 1 部分:通用集装箱(GB/T 5338—2002, idt ISO 1496-1:1990)

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

ISO 7195 运输六氟化铀(UF<sub>6</sub>)的包装

ST/SG/AC.10/1/Rev.9 联合国关于危险物品运输的建议书

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### A<sub>1</sub> 和 A<sub>2</sub>

A<sub>1</sub> 是指表 1 中所列的或第 5 章中所导出的特殊形式放射性物质的放射性活度值,是为确定本标准的各项要求而规定的放射性活度限值。

A<sub>2</sub> 是指表 1 中所列的或第 5 章中所导出的特殊形式放射性物质以外的放射性物质的放射性活度值,是为确定本标准各项要求而规定的放射性活度限值。

3.2

**货机 cargo aircraft**

只载运货物和邮件,而不载运旅客的飞机。

3.3

**客机 passenger aircraft**

以运载旅客及行李为主的飞机。

3.4

**多方批准 multilateral approval**

除由货包原设计国或原装运国的有关主管部门批准外,还应由拟运输的托运货物途经国或抵达国的有关主管部门批准。“途经或抵达”这一术语不包括“飞越”,即用飞机运载放射性物质飞越某一国家,并且不准备在该国停留,则这种批准和通知要求不适用于该国。

3.5

**单方批准 unilateral approval**

某货包设计只需经原设计国的主管部门批准。

3.6

**承运人 carrier**

使用任何运输手段承担放射性物质运输的个人或单位。

3.7

**主管部门 competent authority**

为管理与本标准有关的事宜而指定的或以其他方式认可的国家有关的监督和管理机构或部门。

3.8

**遵章保证 compliance assurance**

主管部门为保证本标准的各项规定在实践中得以遵守,所采取的一系列措施和行动。

3.9

**约束系统 confinement system**

由设计者规定并经主管部门同意的用于保持临界安全的易裂变材料和包装部件的组合。

3.10

**收货人 consignee**

接收托运货物的个人或单位。

3.11

**托运货物 consignment**

托运人提交运输的一个货包或多个货包,或一批放射性物质。

3.12

**托运人 consignor**

将托运货物提交运输的个人或单位。

3.13

**包容系统 containment system**

由设计者确定的并用于运输期间保持放射性物质不泄漏的包装部件的组合体。

3.14

**表面污染 surface contamination**

在表面上存有超过一定量的放射性物质;对 $\beta$ 和 $\gamma$ 发射体及低毒性 $\alpha$ 发射体,其量超过 $0.4 \text{ Bq/cm}^2$ ;或对所有其他 $\alpha$ 发射体,其量超过 $0.04 \text{ Bq/cm}^2$ 。

表面污染包括非固定污染和固定污染:

——非固定污染是指在常规的运输条件下可以从表面上去除的污染；

——固定污染是指除非固定污染以外的污染。

### 3.15

#### 运输工具 conveyance

运输工具是指：

- a) 用于公路或铁路运输的各种车辆；
- b) 用于水路运输的各种船舶，或船舶的任何货舱、隔舱或限定的甲板区；
- c) 用于空中运输的各种飞机。

### 3.16

#### 临界安全指数 criticality safety index

对装有易裂变材料的货包、外包装或货物集装箱给定的临界安全指数(CSI)是指用于控制装有易裂变材料的货包、外包装和货物集装箱堆积的一个数值。

### 3.17

#### 限定的甲板区 defined deck area

在船舶的露天甲板上，或在滚装船或渡船的停放车辆的甲板上指定的堆放放射性物质的那个区域。

### 3.18

#### 设计 design

能把特殊形式放射性物质、低弥散放射性物质、货包或包装等物项完全描述清楚的资料。这些资料可以包括技术规格书、工程图纸、证明遵守管理要求的报告和有关的其他文件。

### 3.19

#### 独家使用 exclusive use

由单个托运人独自使用一件运输工具或一个大型货物集装箱，并遵照托运人或收货人的要求进行的运输，包括起点、中途和终点的装载和卸载。

### 3.20

#### 易裂变材料 fissile material

铀-233、铀-235、钚-239、钚-241 或这些放射性核素的任何组合。此定义不包括：

- a) 未受辐照的天然铀或贫化铀；
- b) 仅在热中子反应堆内受过辐照的天然铀或贫化铀。

### 3.21

#### 货物集装箱 freight container

便于采用一种或多种运输方式运输有包装货物或无包装货物且中途不需要重新装载的一种运输设备。货物集装箱的封闭性必须是耐久的，其刚度和强度要足以保证重复使用，并必须安装一些便于装卸用的部件(特别是在更换运输工具和改变运输方式时使用)。外部任一最大尺寸都小于 1.5 m 或容积不大于 3 m<sup>3</sup> 的货物集装箱均称为小型货物集装箱，除此之外的均被认为是大型货物集装箱。

### 3.22

#### 散货集装箱 intermediate bulk container

下述便于搬运的包装：

- a) 容积不大于 3 m<sup>3</sup>；
- b) 采用机械装卸；
- c) 根据性能试验的测定，可以抗装卸和运输中产生的应力；
- d) 设计符合 ST/SG/AC.10/1/Rev.9 中有关对散货集装箱(IBC)的建议章节里规定的标准。

## 3.23

**低弥散放射性物质 low dispersible radioactive material**

一种固体放射性物质,或者一种装在密封件里的固体放射性物质,其弥散性已受到限制且不呈粉末状。

## 3.24

**低比活度物质 low specific activity material(LSA)**

就其性质而言是比活度有限的放射性物质,或估计的平均比活度低于限值的放射性物质。在确定估计的平均比活度时,不应考虑低比活度物质周围的外屏蔽材料。

低比活度物质分为三类:Ⅰ类低比活度物质(LSA-Ⅰ)、Ⅱ类低比活度物质(LSA-Ⅱ)和Ⅲ类低比活度物质(LSA-Ⅲ)。

## 3.24.1

**Ⅰ类低比活度物质(LSA-Ⅰ)**

- a) 铀矿石、钍矿石以及此类矿石的浓缩物,含天然存在的放射性核素并经加工后可利用这些放射性核素的其他矿石;
- b) 未受辐照的固体天然铀或贫化铀或天然钍,或它们的固体或液体的化合物或混合物;
- c)  $A_2$  值不受限制的放射性物质(不包括数量超过 7.11.2 规定的易裂变物质);
- d) 放射性活度遍布于各处且估计的平均比活度不超过 5.1~5.2.5 规定的活度浓度值 30 倍的其他放射性物质(不包括数量超过 7.11.2 规定的易裂变物质)。

## 3.24.2

**Ⅱ类低比活度物质(LSA-Ⅱ)**

- a) 氚浓度不高于 0.8 TBq/L 的水;
- b) 放射性活度遍布于其中且估计的平均比活度不超过下述值的其他物质:对固体和气体不超过  $10^{-4} A_2/g$ ,对液体不超过  $10^{-5} A_2/g$ 。

## 3.24.3

**Ⅲ类低比活度物质(LSA-Ⅲ)**

下列状态的(但不包括粉末状的)固体(例如固化废物、活化材料):

- a) 其所含的放射性物质遍布于一个固体物件或一堆固体物件内,或基本上均匀地分布在密实的固体粘结剂(例如混凝土、沥青、陶瓷材料等)内;
- b) 其所含的放射性物质是较难溶的,或实质上是被包在较难溶的基质中,因此,即使货包在失去包装的情况下在水里浸泡 7 昼夜,每件货包中的放射性物质由于浸出而损失掉的也不会超过  $0.1A_2$ ;
- c) 该固体(不包括任何屏蔽材料)的平均比活度(估计值)不超过  $2 \times 10^{-3} A_2/g$ 。

## 3.25

**低毒性  $\alpha$  发射体 low toxicity alpha emitters**

天然铀、贫化铀、天然钍、铀-235 或铀-238、钍-232、矿石中或物理和化学浓缩物中所含的钍-228 和钍-230 以及半衰期小于 10 d 的  $\alpha$  发射体。

## 3.26

**最大正常工作压力 maximum normal operating pressure**

在相当于运输过程中不通风、不用辅助系统进行外部冷却或不进行操作管理的环境温度和太阳照射条件下,在一年期间包容系统内可能产生的高于标准大气压的最大压力。

## 3.27

**外包装 overpack**

托运人为了方便将一个或多个货包作为托运的一个装卸单元而使用的包装物,如盒子或袋子等,以

便于装卸、堆放和运载。

### 3.28

#### 货包 package

提交运输的包装与其放射性内容物的统称。本标准所涉及的下列货包类型应符合第5章的放射性活度限值和材料限制并满足相应要求：

- a) 例外货包；
- b) 1型工业货包(IP-1)；
- c) 2型工业货包(IP-2)；
- d) 3型工业货包(IP-3)；
- e) A型货包；
- f) B(U)型货包；
- g) B(M)型货包；
- h) C型货包。

装有易裂变材料或六氟化铀的货包应该符合相应的附加要求。

### 3.29

#### 包装 packaging

完全封闭放射性内容物所必需的各种部件的组合体。通常可以包括一个或多个腔室、吸收材料、间隔构件、辐射屏蔽层和用于充气、排空、通风和减压的辅助装置，用于冷却、吸收机械冲击、装卸与栓系以及隔热的部件，以及构成货包整体的辅助器件。包装可以是箱、桶或类似的容器，也可以是货物集装箱、罐或散货集装箱。

### 3.30

#### 质量保证 quality assurance

由参与放射性物质运输的组织或单位施行管理和监督的系统性大纲，其目的是为在实践中达到本标准所规定的安全要求提供充分的可信度。

### 3.31

#### 辐射水平 radiation level

以 mSv/h 为单位表示的相应的剂量率。

### 3.32

#### 辐射防护大纲 radiation protection programme

对辐射防护措施提供充分考虑的系统性安排。

### 3.33

#### 放射性内容物 radioactive contents

包装内的放射性物质连同已被污染或活化的固体、液体和气体。

### 3.34

#### 放射性物质 radioactive material

在托运货物中任何含有放射性核素并且其活度浓度和放射性总活度都超过 5.1~5.2.5 规定值的物质。

### 3.35

#### 装运 shipment

托运货物从启运地至目的地的特定运输。

### 3.36

#### 特殊安排 special arrangement

按主管部门批准的某些措施运输不满足本标准中规定的所有适用要求的放射性托运货物的安排。

3.37

**特殊形式放射性物质 special form radioactive material**

不弥散的固体放射性物质或装有放射性物质的密封件。

3.38

**比活度 specific activity**

放射性核素的比活度是指单位质量该种核素的活度。

一种物质的比活度是指放射性核素基本上均匀的分布在物质中的单位质量或单位体积该物质的活度。

3.39

**表面污染物体 surface contaminated object(SCO)**

本身不是放射性的、但在其表面分布着放射性物质的固态物体。表面污染物体可分为两类：I类表面污染物体(SCO-I)和II类表面污染物体(SCO-II)。

3.39.1

**I类表面污染物体(SCO-I)**

下述情况下的固态物体：

- a) 在可接近表面上以  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的非固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $4\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $0.4\text{ Bq/cm}^2$ ;
- b) 在可接近表面上以  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $4 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $4 \times 10^3\text{ Bq/cm}^2$ ;
- c) 在不可接近表面上对  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的非固定污染加上固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $4 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $4 \times 10^3\text{ Bq/cm}^2$ 。

3.39.2

**II类表面污染物体(SCO-II)**

表面的固定污染或非固定污染超过 3.39.1a) 对 SCO-I 所规定的可适用限值的固态物体, 且：

- a) 在可接近表面上以  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的非固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $400\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $40\text{ Bq/cm}^2$ ;
- b) 在可接近表面上以  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $8 \times 10^5\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $8 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$ ;
- c) 在不可接近表面上以  $300\text{ cm}^2$  平均(若表面积小于  $300\text{ cm}^2$ , 则按该表面积计)的非固定污染加上固定污染, 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体及低毒性  $\alpha$  发射体, 不超过  $8 \times 10^5\text{ Bq/cm}^2$ , 或对所有其他  $\alpha$  发射体, 不超过  $8 \times 10^4\text{ Bq/cm}^2$ 。

3.40

**罐 tank**

罐状容器、可搬运的罐、公路罐车、铁路罐车或拟装有液体、粉末、颗粒、浆液或先以气体或液体装入后凝固成固体的容量不小于  $450\text{ L}$  的容器和拟装有气体的容量不小于  $1\ 000\text{ L}$  的容器。罐应能用于陆地或海上运输, 并在不需拆除其结构部件的情况下能装载和卸载。罐还应具有使装载稳定的部件和固定在外壳上的栓系部件, 并应在满载时能被吊起。

## 3.41

**运输指数 transport index**

对货包、外包装或货物集装箱,或无包装的 LSA-I 或 SCO-I 规定的运输指数(TI)是指用于控制辐射照射的一个数值。

## 3.42

**未受辐照的钍 unirradiated thorium**

每克钍-232 中铀-233 含量不超过  $10^{-7}$  g 的钍。

## 3.43

**未受辐照的铀 unirradiated uranium**

每克铀-235 中钍含量不超过  $2 \times 10^3$  Bq、每克铀-235 中裂变产物含量不超过  $9 \times 10^6$  Bq 以及每克铀-235 中铀-236 含量不超过  $5 \times 10^{-3}$  g 的铀。

## 3.44

**天然铀、贫化铀、富集铀 uranium-natural, depleted, enriched**

天然铀是指通过化学分离所得到的具有天然铀同位素比例的铀(按质量计,铀-238 约占 99.28%,铀-235 约占 0.72%)。

贫化铀是指所含铀-235 的质量百分比小于天然铀的铀。

富集铀是指所含铀-235 的质量百分比大于天然铀的铀。

上述三种铀中所含铀-234 的质量百分比非常小。

## 3.45

**车辆 vehicle**

公路车辆(包括铰接式车辆,即牵引车和所挂拖车的组合)或轨道车或铁路货车。每辆拖车应该被视为单独的车辆。

## 3.46

**船舶 vessel**

载货用的各种海船或内陆水运船。

## 4 一般原则

## 4.1 辐射防护

4.1.1 为运输放射性物质应制定辐射防护大纲。该大纲拟采取的措施应与辐射照射的大小和受照可能性联系起来。该大纲应包括 4.1.2~4.1.3 和 4.1.5~4.2.2 中的要求。大纲文件应按有关主管部门的要求准备,以备检查。

4.1.2 运输中,防护与安全应该是最优化的,以使个人剂量的大小、受照射人数以及引起照射的可能性,在考虑了经济和社会因素之后,应保持在合理可行尽量低的水平,而且人员所受剂量应该低于国家规定的相应的剂量限值。应从组织结构和系统上采取措施,并且应该把运输与其他活动之间的相互关系考虑在内。

4.1.3 工作人员应接受可能遭受的辐射危害以及拟采取的防护措施等方面有关知识的培训,以保证限制或避免他们和可能受其活动影响的其他人员所受到的辐射照射。

4.1.4 有关主管部门对由放射性物质运输引起人员所受的辐射剂量的定期评估应作出规定,以保证防护与安全系统符合 GB 18871 的要求。

4.1.5 对运输活动所产生的职业照射用有效剂量评估:

- a) 一年中有效剂量极不可能超过 1 mSv 时,不必采用特殊的工作方式,也不必细致监测、制定剂量评定计划和保存个人记录;
- b) 一年中有效剂量预计可能处于 1 mSv~6 mSv 之间时,应通过工作场所监测或个人监测制定

剂量评定计划；

c) 一年中有效剂量预计可能超过 6 mSv 时,应进行个人监测。

在进行个人监测或工作场所监测时,应保存相关的记录。

4.1.6 应把放射性物质与工作人员和公众充分隔离。计算隔离距离或辐射水平时,应采取下述剂量值:

a) 对经常处于作业区内的工作人员,年剂量为 5 mSv;

b) 对公众经常出入的区域内的公众成员,考虑预期受到的所有有关的其他受控源或者实践的照射,对关键组的年剂量规定为 1 mSv。

4.1.7 放射性物质应与未显影的照相胶片充分隔离。确定隔离距离的依据是:每批托运未显影的照相胶片在与放射性物质运输期间受到的总辐射照射小于 0.1 mSv。

#### 4.2 应急响应

4.2.1 一旦在运输放射性物质期间发生事故或小事件,应遵守我国有关规定,采取必要的应急措施保护人员、财产和环境。

4.2.2 应急程序应考虑在发生事故时,因托运货物的内容物与环境之间的反应而产生的其他危险物质。

#### 4.3 质量保证

应为各种特殊形式放射性物质、低弥散放射性物质和货包的设计、制造、试验、文件编制、使用、维护和检查以及为运输作业和途中贮存作业制定质量保证大纲并有效实施,以保证其符合本标准的相关要求。应向主管部门呈交用于说明设计规范已完全得以实施的证明。制造者、托运人和使用者均应在制造和使用过程中为主管部门的检查提供方便,并向主管部门证实:

a) 所有制造方法和材料均符合已批准的设计规范;

b) 所有包装均定期予以检查,并在必要时加以修理和维护,以保持良好状态,使其即使在重复使用之后仍能符合所有的相关要求和规范。

#### 4.4 遵章保证

主管部门负责作出安排和要求,确保本标准得到遵守。履行这种职责的措施包括制定并执行一项用以监督包装、特殊形式放射性物质和低弥散放射性物质的设计、制造、试验、检查和维护活动以及托运人和承运人进行的货包的制备、与货包有关的文件编制、货包装卸和堆放活动的监督大纲,以此验证本标准的各项规定在实践中均得以遵守。

#### 4.5 特殊安排

对于不满足本标准要求的托运货物,经主管部门批准后,可以按特殊安排运输。此类托运货物的国际运输应由多方批准。运输中总的水平至少应相当于在所有适用要求均得以满足时所具有的总的水平。

#### 4.6 不符合

当辐射水平或者污染出现不符合本标准有关限值的情况时:

a) 当不符合情况在运输中被确认时承运人应将不符合情况通知托运人,或者当不符合情况在收货中被确认时收货人应将不符合情况通知托运人。

b) 承运人、托运人或者收货人应当:

1) 立即采取措施,减轻不符合情况产生的后果;

2) 调查不符合情况的原因、状况和后果;

3) 采取适当行动补救导致出现不符合情况的原因和状况,防止再次出现导致不符合情况的状况;

4) 将有关导致不符合情况的原因和已经采取的或者将要采取的纠正或者预防行动通知主管部门。



- c) 应将不符合情况尽可能快地分别通知托运人和主管部门,无论应急照射情况已经发生还是正在发生都应立即通知。

#### 4.7 培训

4.7.1 从事放射性物质运输的人员应当接受本标准中与其责任相称的内容的培训。

4.7.2 诸如为放射性物质分类、包装、作标记、贴标签的人员,准备放射性物质运输文件的人员,为了运输而提交或者接收放射性物质的人员,为放射性物质货包作标记或者贴标牌的人员,将放射性物质货包装入或者卸出运输车辆、散货包装或者货物集装箱等的人员,以及主管部门确定的直接涉及放射性物质运输的其他人员,应当接受下列培训:

- a) 一般的了解/熟悉培训:
  - 1) 每个人都应接受熟悉本标准一般规定的培训;
  - 2) 培训应当包括放射性物质类别的介绍,对作标记、贴标签、挂牌、包装和隔离的要求,放射性物质运输文件的目的地和内容的介绍,可获得的应急响应文件的介绍。
- b) 具体的岗位培训。每个人都应当接受与其履行职责有关的放射性物质运输具体要求的详细培训。
- c) 安全培训。相应于履行职责和发生释放时受到辐射照射的风险,相关人员应当接受下列方面的培训:
  - 1) 避免事故的方法和程序,例如货包操作设备的正确使用和放射性物质的恰当贮存方法;
  - 2) 可以获得的应急响应信息以及如何利用这些信息;
  - 3) 各种放射性物质的一般危害和如何防止受到这些危害,适当时包括人员防护服和防护设备的使用;
  - 4) 发生放射性物质意外释放时立即采取的程序,包括被培训人所负责的应急响应程序和要遵守的人员防护程序。

4.7.3 涉及放射性物质运输岗位的人员应当在聘用时进行或者确认已经经过 4.7.2 所要求的培训,并且应当定期进行主管部门认为合适的再培训。

### 5 放射性活度限值和材料限制

#### 5.1 放射性核素的基本限值

表 1 给出了单个放射性核素的下述基本限值:

- a)  $A_1$  和  $A_2$  (单位:TBq);
- b) 豁免物质的活度浓度(单位:Bq/g);
- c) 豁免托运货物的放射性活度限值(单位:Bq)。

#### 5.2 放射性核素基本限值的确定

5.2.1 对于表 1 中未列出的单个放射性核素,5.1 所涉及的放射性核素基本限值的确定应经主管部门批准,对于国际运输,这种确定应该经多方批准。在已知每个放射性核素的化学形态时,若考虑了运输的正常和事故两种条件下的化学形态,则允许使用由国际放射防护委员会建议的考虑了溶解度等级的  $A_2$  值,或可不经主管部门批准使用表 2 所列出的放射性核素的值。

5.2.2 在计算表 1 中未列出的放射性核素的  $A_1$  和  $A_2$  值时,单个放射性衰变链中放射性核素的比例都是天然存在的。若该衰变链中的子核素的半衰期均不超过 10 d 或不长于母核素的半衰期,则应把这个放射性衰变链视为单个放射性核素,需要考虑的放射性活度和拟应用的  $A_1$  值或  $A_2$  值应相当于该衰变链的母核素的值。若放射性衰变链中任一子核素的半衰期超过 10 d 或长于母核素的半衰期,则应把这种母核素和子核素视为不同核素的混合物。

5.2.3 对于放射性核素的混合物,可按式确定 5.1 所涉及放射性核素的基本限值:

$$X_m = \frac{1}{\sum_i f(i)/X(i)} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$f(i)$ ——放射性核素  $i$  的放射性活度或活度浓度在混合物中所占的份额；

$X(i)$ ——放射性核素  $i$  的  $A_1$  或  $A_2$  或豁免物质的活度浓度或豁免托运货物的放射性活度限值的相应值；

$X_m$ ——混合物情况下,  $A_1$  或  $A_2$  的导出值或豁免物质的活度浓度或豁免托运货物的放射性活度限值。

5.2.4 当已知每个放射性核素的类别,而未知其中某些放射性核素的单个放射性活度时,可以把这些放射性核素归并成组,并在应用 5.2.3 和 5.3.3.2 中的公式时可适当使用各组中放射性核素的最小的放射性核素的  $X_m$  值。当总的  $\alpha$  放射性活度和总的  $\beta/\gamma$  放射性活度均为已知时,可以此作为分组的依据,并分别使用  $\alpha$  发射体或  $\beta/\gamma$  发射体的最小的放射性核素的  $X_m$  值。

5.2.5 对无有关数据可用的单个放射性核素或放射性核素混合物,应使用表 2 所列的数值。

5.3 货包内容物限值

货包内放射性物质的量不得超过 5.3.1~5.3.7 所规定的有关限值。

5.3.1 例外货包

5.3.1.1 对非天然铀、贫化铀或天然钍制品以外的放射性物质,每件例外货包的放射性活度不应大于：

- a) 放射性物质封装在或作为它们的一个组成部分含在仪器或其他制品(例如钟表或电子设备)内时,表 3 第二和第三栏中为每种单个物项和每个货包分别规定的限值；
- b) 放射性物质未封装或不是仪器或其他制品的一个组成部分时,表 3 第四栏为其规定的货包限值。

表 1 放射性核素的基本限值

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度 / (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值 / Bq
镅[Ac(89)]				
Ac-225 <sup>a</sup>	$8 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Ac-227 <sup>a</sup>	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$
Ac-228	$6 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
银[Ag(47)]				
Ag-105	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ag-108m <sup>a</sup>	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{6b}$
Ag-110m <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ag-111	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
铝[Al(13)]				
Al-26	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
镅[Am(95)]				
Am-241	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Am-242m <sup>a</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{0b}$	$1 \times 10^{4b}$
Am-243 <sup>a</sup>	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{0b}$	$1 \times 10^{3b}$
氩[Ar(18)]				
Ar-37	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
Ar-39	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^4$
Ar-41	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
砷[As(33)]				
As-72	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
As-73	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
As-74	$1 \times 10^0$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
As-76	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
As-77	$2 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
砹[At(85)]				
At-211 <sup>a</sup>	$2 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
金[Au(79)]				
Au-193	$7 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Au-194	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Au-195	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Au-198	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Au-199	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
钡[Ba(56)]				
Ba-131 <sup>a</sup>	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-133	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-133m	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-140 <sup>a</sup>	$5 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{5b}$
铍[Be(4)]				
Be-7	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Be-10	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
铋[Bi(83)]				
Bi-205	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Bi-206	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Bi-207	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Bi-210	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Bi-210m <sup>a</sup>	$6 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Bi-212 <sup>a</sup>	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{5b}$
锫[Bk(97)]				
Bk-247	$8 \times 10^0$	$8 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Bk-249 <sup>a</sup>	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
溴[Br(35)]				
Br-76	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Br-77	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Br-82	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
碳[C(6)]				
C-11	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
C-14	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
钙[Ca(20)] Ca-41 Ca-45 Ca-47 <sup>a</sup>	不限 $4 \times 10^1$ $3 \times 10^0$	不限 $1 \times 10^0$ $3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^5$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^1$	$1 \times 10^7$ $1 \times 10^7$ $1 \times 10^6$
镉[Cd(48)] Cd-109 Cd-113m Cd-115 <sup>a</sup> Cd-115m	$3 \times 10^1$ $4 \times 10^1$ $3 \times 10^0$ $5 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^0$ $5 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^{-1}$ $5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$ $1 \times 10^3$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$
铈[Ce(58)] Ce-139 Ce-141 Ce-143 Ce-144 <sup>a</sup>	$7 \times 10^0$ $2 \times 10^1$ $9 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^0$ $6 \times 10^{-1}$ $6 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^{2b}$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^7$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^{5b}$
锎[Cf(98)] Cf-248 Cf-249 Cf-250 Cf-251 Cf-252 Cf-253 <sup>a</sup> Cf-254	$4 \times 10^1$ $3 \times 10^0$ $2 \times 10^1$ $7 \times 10^0$ $1 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$ $1 \times 10^{-3}$	$6 \times 10^{-3}$ $8 \times 10^{-4}$ $2 \times 10^{-3}$ $7 \times 10^{-4}$ $3 \times 10^{-3}$ $4 \times 10^{-2}$ $1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$ $1 \times 10^3$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^3$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^5$ $1 \times 10^3$
氯[Cl(17)] Cl-36 Cl-38	$1 \times 10^1$ $2 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$ $1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^5$
锔[Cm(96)] Cm-240 Cm-241 Cm-242 Cm-243 Cm-244 Cm-245 Cm-246 Cm-247 <sup>a</sup> Cm-248	$4 \times 10^1$ $2 \times 10^0$ $4 \times 10^1$ $9 \times 10^0$ $2 \times 10^1$ $9 \times 10^0$ $9 \times 10^0$ $3 \times 10^0$ $2 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-2}$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^{-2}$ $1 \times 10^{-3}$ $2 \times 10^{-3}$ $9 \times 10^{-4}$ $9 \times 10^{-4}$ $1 \times 10^{-3}$ $3 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^0$ $1 \times 10^0$	$1 \times 10^5$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^5$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^3$ $1 \times 10^3$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^3$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度 / (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值 / Bq
钴[Co(27)]				
Co-55	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Co-56	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Co-57	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Co-58	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Co-58m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Co-60	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
铬[Cr(24)]				
Cr-51	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
铯[Ce(55)]				
Cs-129	$4 \times 10^0$	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cs-131	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Cs-132	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-134	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cs-134m	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Cs-135	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Cs-136	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-137 <sup>a</sup>	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^4$ <sup>b</sup>
铜[Cu(29)]				
Cu-64	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cu-67	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
镝[Dy(66)]				
Dy-159	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Dy-165	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Dy-166 <sup>a</sup>	$9 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
铒[Er(68)]				
Er-169	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Er-171	$8 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
铕[Eu(63)]				
Eu-147	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Eu-148	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-149	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Eu-150(短寿命)	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Eu-150(长寿命)	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-152	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-152m	$8 \times 10^{-1}$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Eu-154	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-155	$2 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Eu-156	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
氟[F(9)] F-18	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
铁[Fe(26)] Fe-52 <sup>a</sup> Fe-55 Fe-59 Fe-60 <sup>a</sup>	$3 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$ $9 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$	$3 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$ $9 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^5$
镓[Ga(31)] Ga-67 Ga-68 Ga-72	$7 \times 10^0$ $5 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^0$ $5 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^5$ $1 \times 10^5$
钆[Gd(64)] Gd-146 <sup>a</sup> Gd-148 Gd-153 Gd-159	$5 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^1$ $1 \times 10^1$ $3 \times 10^0$	$5 \times 10^{-1}$ $2 \times 10^{-3}$ $9 \times 10^0$ $6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^7$ $1 \times 10^6$
锗[Ge(32)] Ge-68 <sup>a</sup> Ge-71 Ge-77	$5 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$ $3 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$ $4 \times 10^1$ $3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^4$ $1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$ $1 \times 10^8$ $1 \times 10^5$
铪[Hf(72)] Hf-172 <sup>a</sup> Hf-175 Hf-181 Hf-182	$6 \times 10^{-1}$ $3 \times 10^0$ $2 \times 10^0$ 不限	$6 \times 10^{-1}$ $3 \times 10^0$ $5 \times 10^{-1}$ 不限	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$
汞[Hg(80)] Hg-194 <sup>a</sup> Hg-195m <sup>a</sup> Hg-197 Hg-197m Hg-203	$1 \times 10^0$ $3 \times 10^0$ $2 \times 10^1$ $1 \times 10^1$ $5 \times 10^0$	$1 \times 10^0$ $7 \times 10^{-1}$ $1 \times 10^1$ $4 \times 10^{-1}$ $1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$ $1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^7$ $1 \times 10^6$ $1 \times 10^5$
钬[Ho(67)] Ho-166 Ho-166m	$4 \times 10^{-1}$ $6 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$ $5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$ $1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$ $1 \times 10^6$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
碘[I(53)]				
I-123	$6 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
I-124	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
I-125	$2 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
I-126	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
I-129	不限	不限	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
I-131	$3 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
I-132	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
I-133	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
I-134	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
I-135*	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
铟[In(49)]				
In-111	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-113m	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-114m*	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-115m	$7 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
铱[Ir(77)]				
Ir-189*	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ir-190	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ir-192	$1 \times 10^0$ <sup>c</sup>	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Ir-194	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
钾[K(19)]				
K-40	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
K-42	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
K-43	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
氪[Kr(36)]				
Kr-81	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Kr-85	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
Kr-85m	$8 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^{10}$
Kr-87	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
镧[La(57)]				
La-137	$3 \times 10^1$	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
La-140	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
镥[Lu(71)]				
Lu-172	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Lu-173	$8 \times 10^0$	$8 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-174	$9 \times 10^0$	$9 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-174m	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-177	$3 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	A <sub>1</sub> / TBq	A <sub>2</sub> / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
镁[Mg(12)] Mg-28 <sup>a</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>5</sup>
锰[Mn(25)] Mn-52 Mn-53 Mn-54 Mn-56	3×10 <sup>-1</sup> 不限 1×10 <sup>0</sup> 3×10 <sup>-1</sup>	3×10 <sup>-1</sup> 不限 1×10 <sup>0</sup> 3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>4</sup> 1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>5</sup> 1×10 <sup>9</sup> 1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>5</sup>
钼[Mo(42)] Mo-93 Mo-99 <sup>a</sup>	4×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>0</sup>	2×10 <sup>1</sup> 6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup> 1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>8</sup> 1×10 <sup>6</sup>
氮[N(7)] N-13	9×10 <sup>-1</sup>	6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>9</sup>
钠[Na(11)] Na-22 Na-24	5×10 <sup>-1</sup> 2×10 <sup>-1</sup>	5×10 <sup>-1</sup> 2×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>5</sup>
铌[Nb(41)] Nb-93m Nb-94 Nb-95 Nb-97	4×10 <sup>1</sup> 7×10 <sup>-1</sup> 1×10 <sup>0</sup> 9×10 <sup>-1</sup>	3×10 <sup>1</sup> 7×10 <sup>-1</sup> 1×10 <sup>0</sup> 6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>4</sup> 1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>7</sup> 1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>6</sup>
钕[Nd(60)] Nd-147 Nd-149	6×10 <sup>0</sup> 6×10 <sup>-1</sup>	6×10 <sup>-1</sup> 5×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2</sup> 1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>6</sup>
镍[Ni(28)] Ni-59 Ni-63 Ni-65	不限 4×10 <sup>1</sup> 4×10 <sup>-1</sup>	不限 3×10 <sup>1</sup> 4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>4</sup> 1×10 <sup>5</sup> 1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>8</sup> 1×10 <sup>8</sup> 1×10 <sup>6</sup>
镎[Np(93)] Np-235 Np-236(短寿命) Np-236(长寿命) Np-237 Np-239	4×10 <sup>1</sup> 2×10 <sup>1</sup> 9×10 <sup>0</sup> 2×10 <sup>1</sup> 7×10 <sup>0</sup>	4×10 <sup>1</sup> 2×10 <sup>0</sup> 2×10 <sup>-2</sup> 2×10 <sup>-3</sup> 4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup> 1×10 <sup>3</sup> 1×10 <sup>2</sup> 1×10 <sup>0 b</sup> 1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>7</sup> 1×10 <sup>7</sup> 1×10 <sup>5</sup> 1×10 <sup>3 b</sup> 1×10 <sup>7</sup>
锇[Os(76)] Os-185 Os-191 Os-191m Os-193 Os-194 <sup>a</sup>	1×10 <sup>0</sup> 1×10 <sup>1</sup> 4×10 <sup>1</sup> 2×10 <sup>0</sup> 3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>0</sup> 2×10 <sup>0</sup> 3×10 <sup>1</sup> 6×10 <sup>-1</sup> 3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup> 1×10 <sup>2</sup> 1×10 <sup>3</sup> 1×10 <sup>2</sup> 1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>7</sup> 1×10 <sup>7</sup> 1×10 <sup>6</sup> 1×10 <sup>5</sup>



表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
磷[P(15)]				
P-32	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
P-33	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
镤[Pa(91)]				
Pa-230	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pa-231	$4 \times 10^0$	$4 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Pa-233	$5 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
铅[Pb(82)]				
Pb-201	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pb-202	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Pb-203	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pb-205	不限	不限	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Pb-210 <sup>a</sup>	$1 \times 10^0$	$5 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^4$ <sup>b</sup>
Pb-212 <sup>a</sup>	$7 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^5$ <sup>b</sup>
钯[Pd(46)]				
Pd-103 <sup>a</sup>	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^8$
Pd-107	不限	不限	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
Pd-109	$2 \times 10^0$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
铷[Rb(85)]				
Rb-87	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Rb-86	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-84	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Rb-83	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Rb-82 <sup>m</sup>	$8 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-81	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Rb-80	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
钋[Po(84)]				
Po-210	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
镨[Pr(59)]				
Pr-142	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Pr-143	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
铂[Pt(78)]				
Pt-188 <sup>a</sup>	$1 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pt-191	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pt-193	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Pt-193m	$4 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Pt-195m	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pt-197	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Pt-197m	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
钚[Pu(94)]				
Pu-236	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Pu-237	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Pu-238	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-239	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-240	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Pu-241 <sup>a</sup>	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Pu-242	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-244 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
镭[Ra(88)]				
Ra-223 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{2b}$	$1 \times 10^{5b}$
Ra-224 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{5b}$
Ra-225 <sup>a</sup>	$2 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ra-226 <sup>a</sup>	$2 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{4b}$
Ra-228 <sup>a</sup>	$6 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{5b}$
铷[Rb(37)]				
Rb-81	$2 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-83 <sup>a</sup>	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Rb-84	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-86	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Rb-87	不限	不限	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Rb(天然)	不限	不限	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
铼[Re(75)]				
Re-184	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Re-184m	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Re-186	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Re-187	不限	不限	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
Re-188	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Re-189 <sup>a</sup>	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Re(天然)	不限	不限	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
铑[Rh(45)]				
Rh-99	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rh-101	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Rh-102	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rh-102m	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Rh-103m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Rh-105	$1 \times 10^1$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
氡[Rn(86)]				
Rn-222 <sup>a</sup>	$3 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{1b}$	$1 \times 10^{8b}$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
钌[Ru(44)]				
Ru-97	$5 \times 10^0$	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ru-103 <sup>a</sup>	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ru-105	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ru-106 <sup>a</sup>	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^5$ <sup>b</sup>
硫[S(16)]				
S-35	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
锑[Sb(51)]				
Sb-122	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^4$
Sb-124	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-125	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-126	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
钪[Sc(21)]				
Sc-44	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sc-46	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sc-47	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sc-48	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
硒[Se(34)]				
Se-75	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Se-79	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
硅[Si(14)]				
Si-31	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Si-32	$4 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
钐[Sm(62)]				
Sm-145	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sm-147	不限	不限	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Sm-151	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Sm-153	$9 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
锡[Sn(50)]				
Sn-113 <sup>a</sup>	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-117m	$7 \times 10^0$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sn-119m	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-121m <sup>a</sup>	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-123	$8 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sn-125	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Sn-126 <sup>a</sup>	$6 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	A <sub>1</sub> / TBq	A <sub>2</sub> / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
锶[Sr(38)]				
Sr-82 <sup>a</sup>	2×10 <sup>-1</sup>	2×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>5</sup>
Sr-85	2×10 <sup>0</sup>	2×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Sr-85m	5×10 <sup>0</sup>	5×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Sr-87m	3×10 <sup>0</sup>	3×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Sr-89	6×10 <sup>-1</sup>	6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Sr-90 <sup>a</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2b</sup>	1×10 <sup>4b</sup>
Sr-91 <sup>a</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>5</sup>
Sr-92 <sup>a</sup>	1×10 <sup>0</sup>	3×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
氚[H(1)]				
T(H-3)	4×10 <sup>1</sup>	4×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>	1×10 <sup>9</sup>
钽[Ta(73)]				
Ta-178(长寿命)	1×10 <sup>0</sup>	8×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Ta-179	3×10 <sup>1</sup>	3×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Ta-182	9×10 <sup>-1</sup>	5×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>4</sup>
铽[Tb(65)]				
Tb-157	4×10 <sup>1</sup>	4×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Tb-158	1×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Tb-160	1×10 <sup>0</sup>	6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
锝[Tc(43)]				
Tc-95m <sup>a</sup>	2×10 <sup>0</sup>	2×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Tc-96	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Tc-96m <sup>a</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Tc-97	不限	不限	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>8</sup>
Tc-97m	4×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Tc-98	8×10 <sup>-1</sup>	7×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Tc-99	4×10 <sup>1</sup>	9×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Tc-99m	1×10 <sup>1</sup>	4×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>7</sup>
碲[Te(52)]				
Te-121	2×10 <sup>0</sup>	2×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Te-121m	5×10 <sup>0</sup>	3×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>5</sup>
Te-123m	8×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>0</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Te-125m	2×10 <sup>1</sup>	9×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Te-127	2×10 <sup>1</sup>	7×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Te-127m <sup>a</sup>	2×10 <sup>1</sup>	5×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>7</sup>
Te-129	7×10 <sup>-1</sup>	6×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Te-129m <sup>a</sup>	8×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Te-131m <sup>a</sup>	7×10 <sup>-4</sup>	5×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>6</sup>
Te-132 <sup>a</sup>	5×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>7</sup>

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
钍[Th(90)]				
Th-227	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Th-228 <sup>a</sup>	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^4$ <sup>b</sup>
Th-229	$5 \times 10^0$	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>
Th-230	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Th-231	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Th-232	不限	不限	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Th-234 <sup>a</sup>	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^5$ <sup>b</sup>
Th(天然)	不限	不限	$1 \times 10^0$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>
钛[Ti(22)]				
Ti-44 <sup>a</sup>	$5 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
铪[Hf(81)]				
Hf-200	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Hf-201	$1 \times 10^1$	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Hf-202	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Hf-204	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
铥[Tm(69)]				
Tm-167	$7 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tm-170	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Tm-171	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
铀[U(92)]				
U-230(肺部快速吸收) <sup>a,d</sup>	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^5$ <sup>b</sup>
U-230(肺部中速吸收) <sup>a,c</sup>	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-230(肺部慢速吸收) <sup>a,f</sup>	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-232(肺部快速吸收) <sup>d</sup>	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^0$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>
U-232(肺部中速吸收) <sup>c</sup>	$4 \times 10^1$	$7 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-232(肺部慢速吸收) <sup>f</sup>	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-233(肺部快速吸收) <sup>d</sup>	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-233(肺部中速吸收) <sup>c</sup>	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-233(肺部慢速吸收) <sup>f</sup>	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
U-234(肺部快速吸收) <sup>d</sup>	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-234(肺部中速吸收) <sup>c</sup>	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-234(肺部慢速吸收) <sup>f</sup>	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
U-235(肺部三种速度吸收) <sup>a,d,e,f</sup>	不限	不限	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^4$ <sup>b</sup>
U-236(肺部快速吸收) <sup>d</sup>	不限	不限	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-236(肺部中速吸收) <sup>c</sup>	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-236(肺部慢速吸收) <sup>f</sup>	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-238(肺部三种速度吸收) <sup>d,e,f</sup>	不限	不限	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^4$ <sup>b</sup>
U(天然)	不限	不限	$1 \times 10^0$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>
U(富集度达到或少于 20%) <sup>g</sup>	不限	不限	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
U(贫化)	不限	不限	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	$A_1$ / TBq	$A_2$ / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
钒[V(23)]				
V-48	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
V-49	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
钨[W(74)]				
W-178 <sup>a</sup>	$9 \times 10^0$	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
W-181	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
W-185	$4 \times 10^1$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
W-187	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
W-188 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
氙[Xe(54)]				
Xe-122 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Xe-123	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Xe-127	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Xe-131m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
Xe-133	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
Xe-135	$3 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^{10}$
钇[Y(39)]				
Y-87 <sup>a</sup>	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Y-88	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Y-90	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Y-91	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Y-91m	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Y-92	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Y-93	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
镱[Yb(70)]				
Yb-169	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Yb-175	$3 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
锌[Zn(30)]				
Zn-65	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Zn-69	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Zn-69m <sup>a</sup>	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
锆[Zr(40)]				
Zr-88	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Zr-93	不限	不限	$1 \times 10^3$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^7$ <sup>b</sup>
Zr-95 <sup>a</sup>	$2 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Zr-97 <sup>a</sup>	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ <sup>b</sup>	$1 \times 10^5$ <sup>b</sup>

表 1(续)

放射性核素 (原子序数)	A <sub>1</sub> / TBq	A <sub>2</sub> / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ Bq
<p><sup>a</sup> A<sub>1</sub> 和/或 A<sub>2</sub> 值包括半衰期小于 10 d 的子核素的贡献。</p> <p><sup>b</sup> 处于长期平衡态的母核素及其子体如下：</p> <p>Sr-90      Y-90</p> <p>Zr-93      Nb-93m</p> <p>Zr-97      Nb-97</p> <p>Ru-106     Rh-106</p> <p>Cs-137     Ba-137m</p> <p>Ce-134     La-134</p> <p>Ce-144     Pr-144</p> <p>Ba-140     La-140</p> <p>Bi-212     Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>Pb-210     Bi-210, Po-210</p> <p>Pb-212     Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>Rn-220     Po-216</p> <p>Rn-222     Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214</p> <p>Ra-223     Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207</p> <p>Ra-224     Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>Ra-226     Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210</p> <p>Ra-228     Ac-228</p> <p>Th-226     Ra-222, Rn-218, Po-214</p> <p>Th-228     Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>Th-229     Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209</p> <p>Th-天然    Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>Th-234     Pa-234m</p> <p>U-230     Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214</p> <p>U-232     Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)</p> <p>U-235     Th-231</p> <p>U-238     Th-234, Pa-234m</p> <p>U-天然    Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210</p> <p>U-240     Np-240m</p> <p>Np-237     Pa-233</p> <p>Am-242m   Am-242</p> <p>Am-243     Np-239</p> <p><sup>c</sup> 该量可用测量衰变率确定或用测量在距源表面规定的距离处的辐射水平确定。</p> <p><sup>d</sup> 这些值仅适用于处于运输的正常条件和事故条件下化学形态为 UF<sub>6</sub>、UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 和 UO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 的铀化合物。</p> <p><sup>e</sup> 这些值仅适用于处于运输的正常条件和事故条件下化学形态为 UO<sub>3</sub>、UF<sub>4</sub>、UCl<sub>4</sub> 的铀化合物和六价化合物。</p> <p><sup>f</sup> 这些值适用于除上述 d 和 e 所述化合物外的所有铀化合物。</p> <p><sup>g</sup> 这些值仅适用于未受辐照的铀。</p>				

5.3.1.2 对天然铀、贫化铀或天然钍制品,只要铀或钍的外表面由金属或其他坚固材料制成的非放射性包封,例外货包装有这种物质的数量可以不限。

5.3.1.3 对于邮递,每个例外货包中的总放射性活度不得超过表3规定的相应限值的十分之一。

5.3.2 IP-1型、IP-2型和IP-3型货包

5.3.2.1 应限制低比活度物质的或表面污染物体的单个货包中的放射性内容物,使其不得超过6.7.1规定的辐射水平,还应限制单个货包中的放射性活度,使其不得超过6.7.5为运输工具规定的放射性活度限值。

表2 未知放射性核素或混合物的放射性核素的基本限值

放射性内容物	A <sub>1</sub> / TBq	A <sub>2</sub> / TBq	豁免物质的 活度浓度/ (Bq/g)	一件豁免托运货物的 放射性活度限值/ (Bq)
已知含有仅发射β或γ 的核素	0.1	0.02	1×10 <sup>1</sup>	1×10 <sup>4</sup>
已知含有仅发射α的 核素	0.2	9×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>
无有关数据可用	0.001	9×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>3</sup>

表3 例外货包的放射性活度限值

内容物的物理状态	仪器或制品		放射性物质
	物项限值 <sup>a</sup>	货包限值 <sup>a</sup>	货包限值 <sup>a</sup>
固态:特殊形式	10 <sup>-2</sup> A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	10 <sup>-3</sup> A <sub>1</sub>
其他形式	10 <sup>-2</sup> A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	10 <sup>-3</sup> A <sub>2</sub>
液态	10 <sup>-3</sup> A <sub>2</sub>	10 <sup>-1</sup> A <sub>2</sub>	10 <sup>-4</sup> A <sub>2</sub>
气态:氟	2×10 <sup>-2</sup> A <sub>2</sub>	2×10 <sup>-1</sup> A <sub>2</sub>	2×10 <sup>-2</sup> A <sub>2</sub>
特殊形式	10 <sup>-3</sup> A <sub>1</sub>	10 <sup>-2</sup> A <sub>1</sub>	10 <sup>-3</sup> A <sub>1</sub>
其他形式	10 <sup>-3</sup> A <sub>2</sub>	10 <sup>-2</sup> A <sub>2</sub>	10 <sup>-3</sup> A <sub>2</sub>

<sup>a</sup> 用于放射性核素的混合物,见5.2.3~5.2.5。

5.3.2.2 装有不燃固态II类低比活度物质(LSA-II)或III类低比活度物质(LSA-III)的单个货包空运时不得含有大于3000A<sub>2</sub>的放射性活度。

5.3.3 A型货包

5.3.3.1 A型货包内的放射性活度不得大于:

- a) A<sub>1</sub>(对特殊形式放射性物质);
- b) A<sub>2</sub>(对所有其他放射性物质)。

5.3.3.2 对于放射性核素的类别和各自的放射性活度均为已知的放射性核素的混合物的A型货包的放射性内容物应当满足下述关系式:

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_1(i)} + \sum_j \frac{C(j)}{A_2(j)} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- B(i)——特殊形式放射性物质的放射性核素*i*的放射性活度,而A<sub>1</sub>(*i*)是放射性核素*i*的A<sub>1</sub>值;
- C(j)——非特殊形式放射性物质的放射性核素*j*的放射性活度,而A<sub>2</sub>(*j*)是放射性核素*j*的A<sub>2</sub>值。

5.3.4 B(U)型和B(M)型货包

5.3.4.1 B(U)型和B(M)型货包不得含有:



- a) 超过货包设计所允许的放射性活度的内容物；
- b) 不同于货包设计所允许的放射性核素的内容物；
- c) 在形状、物理和化学状态方面不同于货包设计所允许的内容物。

5.3.4.2 B(U)型和 B(M)型货包空运时应满足 5.3.4.1 中的各项要求并且所含的放射性活度不得大于：

- a) 对于低弥散放射性物质：货包设计所允许的值；
- b) 对于特殊形式放射性物质：取  $3\ 000A_1$  或  $100\ 000A_2$  两者中的较低值；
- c) 对于所有其他放射性物质： $3\ 000A_2$ 。

### 5.3.5 C型货包

C型货包不得含有：

- a) 超过货包设计所允许的放射性活度的内容物；
- b) 不同于货包设计所允许的放射性核素的内容物；
- c) 在形状、物理和化学状态方面不同于货包设计所允许的内容物。

### 5.3.6 易裂变材料的货包

易裂变材料的货包不得装有：

- a) 不同于货包设计所允许量的易裂变材料；
- b) 不同于货包设计所允许的任何放射性核素或易裂变材料；
- c) 在形状、物理和化学状态或空间布置方面不同于货包设计所允许的内容物。

### 5.3.7 六氟化铀的货包

在工厂工艺系统接入货包时，当货包处于所规定的最高温度下货包中六氟化铀的装载量不得使货包容积的剩余空腔小于货包总容积的 5%。在交付运输时，六氟化铀应该呈固态形式，而货包的内压应低于大气压。

## 6 运输要求和管理

### 6.1 首次装运前的要求

任何货包在首次装运前应满足下述要求：

- a) 若包容系统的设计压力超过 35 kPa(表压)，则应确保每个货包的包容系统都符合经过批准的与该系统在此压力下保持完好性的能力有关的设计要求。
- b) 应确保每个 B(U)型、B(M)型和 C 型货包及每个易裂变材料货包的屏蔽和包容系统的有效性，必要时还应确保其传热特性和约束系统的有效性，均处在已批准的设计适用的或设计所规定的限值内。
- c) 对于易裂变材料的货包，为了符合 7.11.1 的要求，特意装入中子毒物作为货包部件时，应进行核对以证实该中子毒物的存在和分布。

### 6.2 每次装运前的要求

任何货包在每次装运前，应满足下述适用要求：

- a) 对于任何货包，都应确保本标准有关条款中规定的各项要求已得到满足；
- b) 应按照 7.2.3 的要求确保那些不符合 7.2.2 要求的提吊附件已被拆除掉或使其不能用于提吊货包；
- c) 对于每个 B(U)型、B(M)型和 C 型货包及每个易裂变材料的货包，应确保批准证书中所规定的所有要求都已得到满足；
- d) 在足以证明温度和压力达到平衡状态并符合要求之前，每个 B(U)型、B(M)型和 C 型货包都不得发运，除非得到主管部门豁免这些要求的批准；
- e) 对于每个 B(U)型、B(M)型和 C 型货包，应通过检查和/或相应的测试来确保包容系统中所有

可能泄漏放射性内容物的封盖、阀门和其他开孔均已严加关闭,合适时,用已证明符合 7.8.7 和 7.10.3 要求的方法来确保密封;

- f) 对于每种特殊形式放射性物质,应确保特殊形式放射性物质批准证书中规定的各项要求和本标准的有关条款都已得到满足;
- g) 对于易裂变材料的货包,适用时,应进行 7.11.3.2b)规定的测量和 7.11.5.1 规定的用以证实每个货包密闭的测试;
- h) 对于每种低弥散放射性物质,应确保其批准证书中规定的各项要求和本标准的有关条款均得到满足。

### 6.3 与其他货物一起运输的要求

6.3.1 货包中除装有使用放射性物质所需的物品和文件外,不得装有任何其他物项(但符合 6.3.3 要求的除外)。本要求不排除低比活度物质或表面污染物体与其他物项一起运输,只要这些物项之间及其与包装或与其放射性内容物之间不存在会降低货包安全性的相互作用就可将它们装在一个货包中运输。

6.3.2 运输过放射性物质的罐和散货集装箱,若对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体以及低毒性  $\alpha$  发射体的污染未去污至  $0.4 \text{ Bq/cm}^2$  水平以下,或对所有其他  $\alpha$  发射体未去污至  $0.04 \text{ Bq/cm}^2$  水平以下时,不得用于贮存或运输其他货物。

6.3.3 在完全由托运人控制安排和不违背其他有关规定的条件下,应允许其他货物与独家使用方式下运输的托运货物一起运输。

6.3.4 涉及国际运输时,除按照本标准外还应按照拟运输的放射性物质途经国或抵达国所制定的关于危险货物运输的有关规定,适用时,还应按照一些公认的运输组织的规定,将托运货物与其他危险货物相隔离。

### 6.4 内容物的其他危险性质

在进行包装、贴标志、作标记、挂牌、贮存和运输时,除应考虑货包内容物的放射性和易裂变性质外,还应考虑其他危险性质,例如爆炸性、易燃性、自燃性、化学毒性和腐蚀性,以遵守与危险货物运输有关的规定。涉及国际运输时,还应符合途经国或抵达国所制定的相关规定,适用时,还应遵守一些公认的运输组织的规定。

### 6.5 对污染以及对泄漏货包的要求和管理

6.5.1 应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上,在运输的常规条件下,这种污染不得超过下述限值:

- a) 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体以及低毒性  $\alpha$  发射体为  $4 \text{ Bq/cm}^2$ ;
- b) 对所有其他  $\alpha$  发射体为  $0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

可以用在表面的任意部位任一  $300 \text{ cm}^2$  面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求。

6.5.2 外包装、货物集装箱、罐和散货集装箱及运输工具的内外表面上非固定污染水平不得超过 6.5.1 所规定的限值,但 6.5.7 所提及的情况除外。

6.5.3 若某一货包明显损坏或发生泄漏,或者怀疑该货包可能已发生泄漏或已损坏,则应禁止接近该货包,并且应尽快地由有资格人员评定该货包的污染程度和由此造成的辐射水平。评定的范围应包括该货包、运输工具及邻近装载和卸载的区域,如有必要,还应包括该运输工具曾运载过的所有其他物质。必要时,应根据有关主管部门制定的规定,采取一些保护人员、财产和环境的附加措施,以消除或尽量减轻这种泄漏或损坏造成的后果。

6.5.4 受损货包或泄漏放射性内容物超过了运输的正常条件下容许限值的货包,可在监督下将其移至一个可接受的临时性场所,但在完成去污和修理或修复之前不得向外发运。

6.5.5 应定期检查经常用于运输放射性物质的运输工具和设备,以确定其污染水平。该检查的频度应视其受污染的可能性和所运输的放射性物质的数量而定。

6.5.6 在放射性物质的运输过程中,污染程度超过 6.5.1 规定的限值或表面辐射水平超过  $5 \mu\text{Sv/h}$  的所有运输工具、设备或部件都应由有资格的人员尽快加以去污,如果非固定污染超过 6.5.1 规定的限值,而且去污后表面的固定污染所引起的辐射水平又高于  $5 \mu\text{Sv/h}$  的,就不得重新使用,但 6.5.7 所提及的情况除外。

6.5.7 在独家使用方式下用于运输未包装的放射性物质或表面污染体的外包装、货物集装箱、罐、散货集装箱或运输工具,只有当其仍处于特定的独家使用方式下,仅其内表面才可不必符合 6.5.2 和 6.5.6 的要求。

## 6.6 对例外货包运输的要求和管理

6.6.1 例外货包应符合本章和第 7 章中下述条款的各项要求:

- a) 6.4、6.5.1、6.5.4、6.6.2、6.12.1.1、6.12.1.3、6.13.1a) 和 6.13.3 中规定的要求,以及适用时,6.6.3~6.6.6 中规定的要求;
- b) 7.4 中规定的对例外货包的要求;
- c) 若例外货包装有易裂变材料,则应满足 7.11.2 规定的关于例外易裂变材料货包的任一适用要求和 7.7.2 的要求;
- d) 6.14.7.1 和 6.14.7.2 的要求(若邮运)。

6.6.2 例外货包外表面任一点的辐射水平不得超过  $5 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.6.3 封装在仪器或其他制品内的、或构成它们一个组成部分的放射性物质,在其放射性活度不超过表 3 第二和第三栏中规定的物项限值和货包限值同时满足下述条件的,可按例外货包运输:

- a) 距任何无包装仪器或制品的外表面上任一点 10 cm 处的辐射水平不超过  $0.1 \text{ mSv/h}$ 。
- b) 每台仪器或每件制品均标有“放射性”字样,但符合下述 1)、2) 规定的除外:
  - 1) 带荧光的钟表或器件;
  - 2) 根据第 1 章 d),已获得主管部门的批准,或者没有超过表 1 第 5 栏中一件托运货物的豁免放射性活度限值的消费品,而且应在其运输货包的内部标有“放射性”字样,以在货包启封时能清楚地警告放射性物质的存在。
- c) 放射性物质完全由非放射性部件封装(不得把只起包容放射性物质作用的器件视为仪器或制品)。

6.6.4 形式不同于 6.6.3 规定的放射性物质,在其放射性活度不超过表 3 第 4 栏中规定限值的,同时满足下述条件的,可按例外货包运输:

- a) 在运输的常规条件下,货包的放射性内容物不泄漏;
- b) 在货包的内部表面上标有“放射性”字样,以在货包启封时能清楚地警告放射性物质的存在。

6.6.5 制品中的放射性物质仅是未受辐照的天然铀、未受辐照的贫化铀或未受辐照的天然钍时,并且铀或钍的外表面包有金属或其他坚固材料制成的非放射性包封,该制品可按例外货包运输。

6.6.6 符合下述条件的装过放射性物质的空包装可以按例外货包运输:

- a) 该空包装处于良好的保养状态而且被可靠地封闭;
- b) 包装结构中任何铀或钍的外表面均被一个由金属或其他坚固材料制成的非放射性包封所覆盖;
- c) 内部非固定污染水平未超过 6.5.1 中规定的 100 倍;
- d) 去掉依据 6.12.2.1 的规定在包装上贴过的任何标志。

## 6.7 对工业货包内的或无包装的 LSA 物质和 SCO 运输的要求和管理

6.7.1 应限制单件 IP-I 型、IP-II 型、IP-III 型货包,或一个物体或一批物体中的 LSA 物质或 SCO 的数量,使距无屏蔽放射性物质或距一个物体或距一批物体 3 m 处的外部辐射水平不超过  $10 \text{ mSv/h}$ 。

6.7.2 本身是易裂变物质或含有易裂变物质的 LSA 物质和 SCO 应满足 6.14.3.1、6.14.3.2 和 7.11.1 中的适用要求。

6.7.3 可运输满足下列条件的无包装的 LSA-I 物质和 SCO-I：

- a) 在运输的常规条件下,所有无包装放射性物质(只含天然存在的放射性核素的矿石除外)的运输方式均应保证放射性物质不会从运输工具中逸出,屏蔽也不会丧失;
- b) 每台运输工具应由独家使用,仅在所运输的 SCO-I 可接近表面和不可接近表面的污染不超过 3.14 规定的适用水平的 10 倍时运输工具可非独家使用;
- c) 对于 SCO-I,在怀疑其可接近表面的非固定污染超过 3.39.1a)规定的数值时,应采取措施以确保放射性物质不释放到运输工具里。

6.7.4 LSA 物质和 SCO 应按照表 4 要求包装,但符合 6.7.3 规定的除外。

6.7.5 对于 IP-1 型、IP-2 型、IP-3 型货包内的或无包装的 LSA 物质或 SCO 的运输,内河船舶的单个船舱或隔舱中的、或者某一其他运输工具中的总放射性活度均应不超过表 5 中所示的限值。

表 4 装有 LSA 物质和 SCO 的工业货包的要求

放射性内容物	工业货包类型	
	独家使用	非独家使用
LSA-I		
固体 <sup>a</sup>	IP-1 型	IP-1 型
液体	IP-1 型	IP-2 型
LSA-II		
固体	IP-2 型	IP-2 型
液体和气体	IP-2 型	IP-3 型
LSA-III	IP-2 型	IP-3 型
SCO-I <sup>a</sup>	IP-1 型	IP-1 型
SCO-II	IP-2 型	IP-2 型

<sup>a</sup> 在 6.7.3 规定的条件下,可在无包装的情况下运输 LSA-I 物质和 SCO-I。

表 5 工业货包内的或无包装的 LSA 物质和 SCO 用的运输工具放射性活度限值

放射性物质的类别	运输工具(内河航道用运输工具除外)的放射性活度限值	内河船舶的船舱或隔舱的放射性活度限值
LSA-I	无限值	无限值
LSA-II 和 LSA-III 不可燃性固体	无限值	100A <sub>2</sub>
LSA-II 和 LSA-III 可燃性固体及各种液体和气体	100A <sub>2</sub>	10A <sub>2</sub>
SCO	100A <sub>2</sub>	10A <sub>2</sub>

## 6.8 运输指数(TI)的确定

6.8.1 货包、外包装或货物集装箱,或无包装的 LSA-I 或 SCO-I 的运输指数(TI)应是按照下述步骤导出的数值:

- a) 确定距货包、外包装、货物集装箱或无包装的 LSA-I 和 SCO-I 的外表面 1 m 处的最高辐射水平(以 mSv/h 为单位),运输指数应为该值乘以 100。对于铀矿石和钍矿石及其浓缩物,在距装载物的外表面 1 m 处的任一点的最高辐射水平可以取:
  - 0.4 mSv/h                      对铀矿石和钍矿石及其物理浓缩物;
  - 0.3 mSv/h                      对钍的化学浓缩物;
  - 0.02 mSv/h                     对铀的化学浓缩物(六氟化铀除外);
- b) 对于罐、货物集装箱和无包装的 LSA-I 和 SCO-I 的运输指数,应对 a) 确定的值乘以表 6 所列的相应系数进行修正;

- c) 按照上述程序 a) 和 b) 计算得到的值应进位至小数点后第一位(例如将 1.13 进到 1.2), 只有当计算结果等于或小于 0.05 时才可以认为运输指数为零。

表 6 罐、货物集装箱和无包装 LSA-I 与 SCO-I 的放大系数

装载物尺寸 <sup>a</sup>	放大系数
装载物尺寸 $\leq 1 \text{ m}^2$	1
$1 \text{ m}^2 < \text{装载物尺寸} \leq 5 \text{ m}^2$	2
$5 \text{ m}^2 < \text{装载物尺寸} \leq 20 \text{ m}^2$	3
$20 \text{ m}^2 < \text{装载物尺寸}$	10
<sup>a</sup> 装载物所测得的最大截面积。	

6.8.2 每个外包装、货物集装箱或运输工具的运输指数应以所装的全部货包的运输指数(TI)之和来确定。对于刚性外包装也可通过直接测量辐射水平来确定。

### 6.9 临界安全指数(CSI)的确定

6.9.1 装有易裂变材料货包的临界安全指数应由 50 除以 7.11.6 和 7.11.7 中导出的两个 N 值中的较小者得到(即  $CSI=50/N$ )。倘若无限多个货包是次临界的(即 N 在这两种情况下实际上均是无限大), 临界安全指数值可以为零。

6.9.2 每件外包装或货物集装箱的临界安全指数应以所装的全部货包的临界安全指数之和来确定。确定一批托运货物或一件运输工具的临界安全指数的总和时应当遵守同样的程序。

### 6.10 货包和外包装的运输指数、临界安全指数和辐射水平的限值

6.10.1 任何货包或外包装的运输指数应不超过 10, 而任何货包或外包装的临界安全指数应不超过 50, 但按独家使用方式运输的托运货物除外。

6.10.2 货包或外包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2 mSv/h, 但在 6.14.4.3a) 规定的条件下按独家使用方式通过铁路或公路运输的货包或外包装, 或者分别在 6.14.5.1 或 6.14.6.3 规定的条件下按独家使用方式和在特殊安排下用船舶或飞机运输的货包或外包装除外。

6.10.3 按独家使用方式运输的货包或外包装的任何外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 10 mSv/h。

### 6.11 分级

6.11.1 货包和外包装应按照表 7 中规定的条件并按下述 6.11.2~6.11.5 的要求划分为 I 级(白)、II 级(黄)或 III 级(黄)。

表 7 货包和外包装的分级

条 件		分 级
运输指数(TI)	外表面上任一点的最高辐射水平 H/ (mSv/h)	
0 <sup>a</sup>	$H \leq 0.005$	I 级(白)
$0 < TI \leq 1^a$	$0.005 < H \leq 0.5$	II 级(黄)
$1 < TI \leq 10$	$0.5 < H \leq 2$	III 级(黄)
$10 \leq TI$	$2 < H \leq 10$	III 级(黄) <sup>b</sup>
<sup>a</sup> 若测得的 TI 值不大于 0.05, 则依据 6.8.1c) 的规定, 此数值可取为零。		
<sup>b</sup> 按独家使用方式运输。		

6.11.2 数满足某一级别, 而表面辐射水平却满足另一级别时, 应把该货包或外包装划归级别较高的一级。I 级(白)是最低的级别。

6.11.3 应依据 6.8 规定的步骤来确定运输指数。

6.11.4 若货包或外包装的表面辐射水平超过 2 mSv/h, 应依据 6.14.4.3a)、6.14.5.1 或 6.14.6.3 的规定按独家使用方式运输。

6.11.5 在特殊安排下运输的货包和装有货包的外包装应划归Ⅲ级(黄)。

6.12 标记、标志和标牌

6.12.1 作标记

6.12.1.1 应在每个货包包装的外部标上醒目而耐久的托运人或收货人或两者的识别标记。

6.12.1.2 对于每个货包(例外货包除外),应在包装外部标上醒目而耐久的前面带“UN”字母的联合国编号(见表8)和专用货运名称(见表8)。对例外货包(国际邮运接收的例外货包除外),只要求有前面带“UN”字母的联合国编号。对国际邮运接受的货包,应满足6.14.7.2的要求。

表8 联合国编号、专用货运名称和说明及附带危险

联合国编号(UN)	专用货运名称和说明 <sup>a</sup>	附带危险
2910	放射性物质例外货包—有限量的放射性物质	
2911	放射性物质例外货包—含有放射性物质的仪器或物品	
2909	放射性物质例外货包—天然铀或贫化铀或天然钍的制品	
2908	放射性物质例外货包—运输放射性物质的空包装	
2912	I类低比活度放射性物质(LSA-I),非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
3321	II类低比活度放射性物质(LSA-II),非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
3322	III类低比活度放射性物质(LSA-III),非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2913	放射性表面污染物体(SCO-I或SCO-II),非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2915	放射性物质A型货包,非特殊形式的非易裂变的或非特殊形式的例外易裂变的 <sup>b</sup>	
3332	放射性物质A型货包,特殊形式的非易裂变的或特殊形式的例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2916	放射性物质B(U)型货包,非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2917	放射性物质B(M)型货包,非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
3323	放射性物质C型货包,非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2919	特殊安排下运输的放射性物质,非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	
2978	放射性物质六氟化铀,非易裂变的或例外易裂变的 <sup>b</sup>	腐蚀品(联合国分类第8类)
3324	II类低比活度放射性物质(LSA-II),易裂变的	
3325	III类低比活度放射性物质(LSA-III),易裂变的	
3326	放射性表面污染物体(SCO-I或SCO-II),易裂变的	
3327	放射性物质A型货包,易裂变的,非特殊形式的 <sup>b</sup>	
3333	放射性物质A型货包,特殊形式的,易裂变的	
3328	放射性物质B(U)型货包,易裂变的	
3329	放射性物质B(M)型货包 易裂变的	
3330	放射性物质C型货包,易裂变的	
3331	特殊安排下运输的放射性物质,易裂变的	
2977	放射性物质六氟化铀,易裂变的	腐蚀品(联合国分类第8类)

<sup>a</sup> “专用货运名称和说明”这一栏中,用黑体字表示“专用货运名称”,用宋体字表示“说明”。在 UN2909、UN2911、UN2913 和 UN3326 这四行中,可替换的“专用货运名称”用“或”分开,只应使用其中相关的“专用货运名称”。

<sup>b</sup> “例外易裂变”只适用于符合 7.11.2 要求的那些货包。

6.12.1.3 总质量超过 50 kg 的每个货包都应在其包装外部标上醒目而耐久的允许总质量。

6.12.1.4 符合下述类型设计的每个货包,应按下述要求贴标记:

- a) 在 IP-1 型、IP-2 型、IP-3 型货包的包装外部,应分别标上醒目而耐久的“IP-1 型、IP-2 型”或“IP-3 型”标记;
- b) 在 A 型货包的包装外部,应标上醒目而耐久的“A 型”标记;
- c) 在 IP-2 型货包、IP-3 型货包或 A 型货包的包装外部,应标上醒目而耐久的原设计国的国际车辆注册代号(VRI 代号)和制造者名称,或主管部门规定的对包装的其他识别标记。

6.12.1.5 符合按 9.3 要求批准设计的每个货包,应在其包装外部醒目而耐久地标上下述标记:

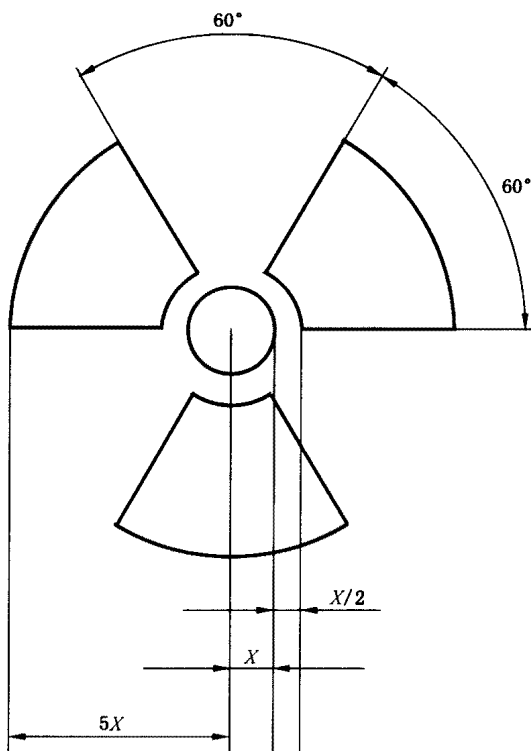
- a) 主管部门为该设计所规定的识别标记;
- b) 识别每一包装符合其设计用的专有序列号;
- c) 对 B(U)型或 B(M)型货包设计应标有“B(U)型”或“B(M)型”标记;
- d) 对 C 型货包设计应标有“C 型”标记。

6.12.1.6 在符合 B(U)型、B(M)型或 C 型货包设计的每个货包的最外层容器的外表面上,应该用刻印、压印或其他能防火和防水的方式清楚地显示图 1 所示的三叶形符号。

6.12.1.7 当 LSA-I 或 SCO-I 装在容器或包装材料里并按 6.7.3 所容许的独家使用方式运输时,应在这些容器或包装材料的外表面标有“放射性 LSA-I”或“放射性 SCO-I”标记。

## 6.12.2 贴标志

6.12.2.1 应按照相应的级别给每个货包、外包装和货物集装箱贴上与图 2、图 3 或图 4 所示样式相一致的标志,但对大型货物集装箱和罐来说,符合 6.12.3.1 的替代规定时,允许用放大型标志替代。此外,还应给装有易裂变材料的每个货包、外包装和货物集装箱贴上与图 5 所示样式相一致的标志,但符合 7.11.2 规定的关于例外易裂变材料货包要求的情况除外。应除去或覆盖任何与内容物无关的标志。对于放射性物质具有的其他危险性质标志的要求可见 6.4。



其尺寸比例基于半径为  $X$  的中心圆。 $X$  的最小允许尺寸为 4 mm。

图 1 基本的三叶形符号

6.12.2.2 在货包或外包装的两个相对的外侧面上应贴有与图 2、图 3 或图 4 所示样式相一致的标志,

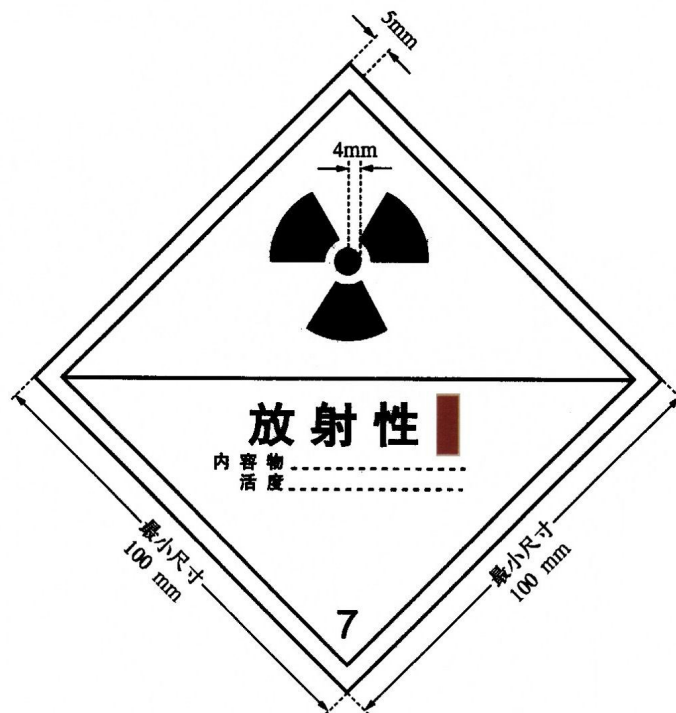
或贴在货物集装箱或罐的所有四个外侧面上。适用时,应将图 5 所示样式相一致的标志贴在与图 2、图 3 或图 4 所示样式相一致的标志附近。这些标志不得覆盖 6.12.1.1~6.12.1.6 所规定的标记。

6.12.2.3 应在与图 2、图 3 和图 4 所示样式相一致的每个标志上按要求填写下述信息:

- a) 在内容物栏内,填写下述 1)、2)的信息:
  - 1) 除 LSA-I 物质外,用表 1 中的名称和符号填写放射性核素名称和符号,对于放射性核素的混合物,应在该行空余处列出限制最严的那些核素。对于 LSA 物质和 SCO 的类别,应在放射性核素名称的后面填写相应符号,例如“LSA-II”、“LSA-III”、“SCO-I”及“SCO-II”。
  - 2) 对于 LSA-I 物质,仅需填写符号“LSA-I”,无需填写放射性核素的名称。
- b) 在放射性“活度”一栏内,填写在运输期间放射性内容物的最大放射性活度,以贝可(Bq),或同时采用 SI 的相应词头符号为单位表示,对于易裂变材料,可以克(g)或其倍数为单位表示的质量数值来代替放射性活度。
- c) 对于外包装和货物集装箱,应在标志的“内容物”栏和“活度”栏里分别填写本条 a)和 b)所要求的关于外包装和货物集装箱内全部内容物的信息。当外包装或货物集装箱混合装载有不同放射性核素的货包时,标志上的这两栏里可填写“见运输文件”。
- d) 在标志的运输指数方框内,填写运输指数,运输指数的确定见 6.8(对 I 级(白)无运输指数栏)。

6.12.2.4 易裂变材料货包应贴有临界安全指数标志,具体要求如下:

- a) 应在与图 5 所示样式相一致的每个标志上填写临界安全指数,该指数应是主管部门颁发的特殊安排批准证书或货包设计批准证书上所表明的临界安全指数(CSI)。
- b) 在外包装和货物集装箱的标志上的临界安全指数栏里应有本条 a)所要求的临界安全指数信息和外包装或货物集装箱的易裂变内容物的信息。



此标志的衬底应是白色,三叶图形和印字应是黑色,级别竖条应是红色。

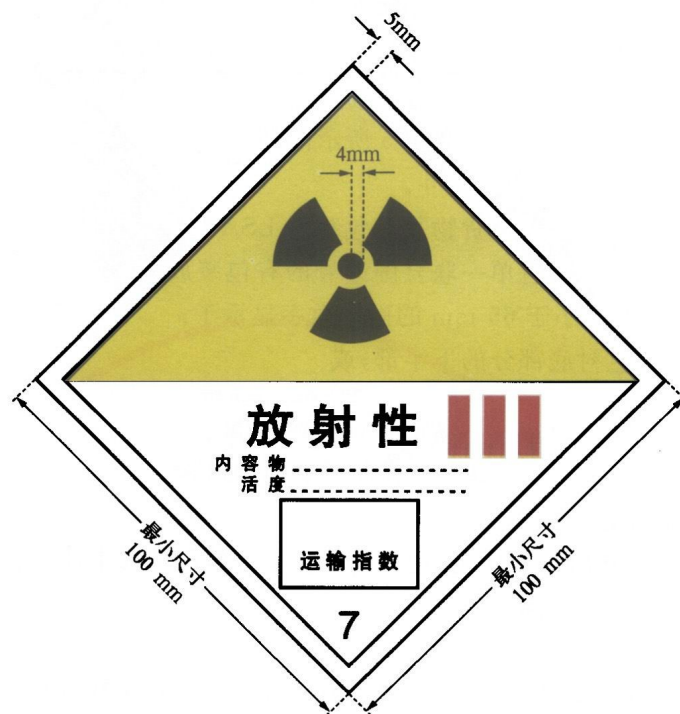
图 2 I 级(白)标志





此标志上半部的衬底应是黄色,下半部的衬底应是白色,  
三叶图形和印字均应是黑色,级别竖条应是红色。

图3 II级(黄)标志



此标志的上半部衬底应是黄色,下半部的衬底应是白色,  
三叶图形和印字应是黑色,类别竖条应是红色。

图4 III级(黄)标志

6.12.3 挂牌

6.12.3.1 运载货包(例外货包除外)的大型货物集装箱和罐应挂有四块符合图 6 所示样式的标牌。这些标牌应竖直地固定在大型货物集装箱或罐相对的两个侧面和两个端面上。应除去任何与内容物无关的标牌。合适时,可以仅用图 2、图 3、图 4 或图 5 所示的放大型标志来替代,而不必同时使用标志和标牌,标志的最小尺寸不能小于图 6 所示的尺寸。

6.12.3.2 在货物集装箱或罐中的托运货物是无包装的 LSA-I 或 SCO-I 时,或者在货物集装箱中按独家使用方式运输的托运货物是具有单一联合国编号的有包装放射性物质时,与托运货物相对应的联合国编号(见表 8)也应以高度不小于 65 mm 的黑体数字显示于:

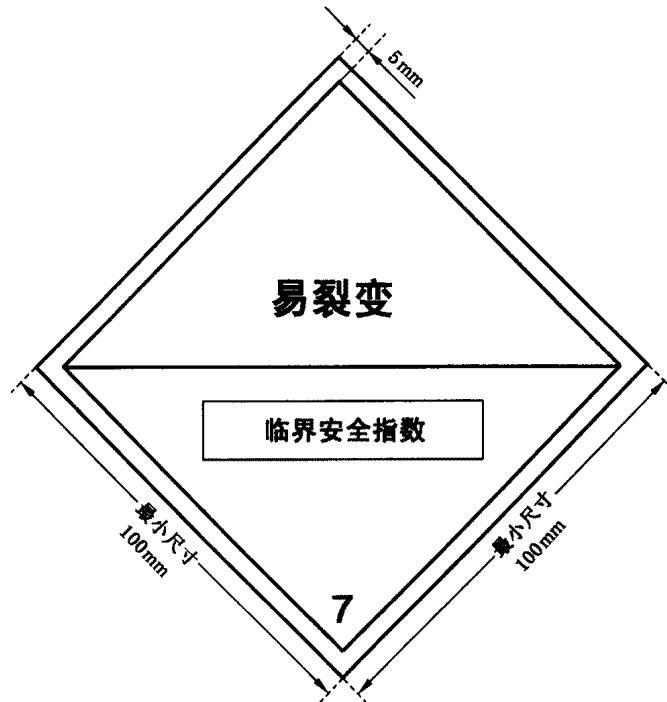
- a) 图 6 所示标牌的白色衬底部分的下半部;或
- b) 图 7 所示的标牌上。

当采用上述 b) 方案时,应将这种附加标牌固定在货物集装箱或罐的所有 4 个侧面上并紧靠图 6 所示的标牌。

6.13 托运人的职责

6.13.1 托运前的准备

托运人应遵守 6.6.6d) 和 6.12 的规定,运输前应完成作标记、贴标志和挂牌牌的各项要求。



衬底应为白色,印字为黑色。

图 5 临界安全指数标志

6.13.2 托运货物的申报细目

在每批托运货物所附的运输文件中,托运人应根据实际情况填写下述内容:

- a) 表 8 所规定的专用货运名称;
- b) 联合国分类号“7”;
- c) 放射性物质的联合国编号(按表 8 所规定的编号填写),并在其前面加上“UN”字母;
- d) 每种放射性核素的名称或符号,而对放射性核素的混合物,适当地作一般性说明或列出限制最严的核素;
- e) 放射性物质的物理和化学形态的说明,或者表明该物质是特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的一种注释,或对化学形态所作的一般描述;

- f) 放射性内容物在运输期间的最大放射性活度,以贝可(Bq)或加相应的 SI 词头符号为单位表示。对于易裂变材料,可采用克(g)或其相应的倍数为单位表示的总质量数值来代替放射性活度;
- g) 货包的级别,即 I 级(白)、II 级(黄)、III 级(黄);
- h) 运输指数(仅对 II 级(黄)和 III 级(黄));
- i) 含有易裂变材料的托运货物(符合 7.11.2 规定的例外托运货物除外)的临界安全指数;
- j) 适用于托运货物的主管部门批准证书(即关于特殊形式放射性物质、低弥散放射性物质、特殊安排、货包设计或装运的批准证书)的识别标记;
- k) 多于一个货包的任何货物,应对每个货包提供本条 a) 至 j) 规定的资料。对于装在外包装或货物集装箱或运输工具内的货包,应详细说明该外包装或货物集装箱或运输工具内所装每个货包内容物的情况。合适时,详细说明托运货物的每个外包装或货物集装箱或运输工具中内容物的情况。若打算在中途某处从外包装或货物集装箱或运输工具内卸出货包,则应有相应的运输文件;
- l) 在托运货包需按独家使用方式发运时,应注明“独家使用装运”字样;
- m) 对 LSA-II、LSA-III、SCO-I 和 SCO-II 类托运货物的总放射性活度值(以  $A_2$  的倍数表示)。



标牌的最小尺寸应如图所示,但 6.14.4.1 所允许的最小尺寸例外;在采用不同尺寸时,应保持相应的尺寸比例。数字“7”的高度应不小于 25 mm。此标牌上半部的衬底应是黄色,下半部的衬底应是白色,三叶图形和印字应是黑色。其下半部的“放射性”字样是可选项,此处允许用与托运货物相应的联合国编号替代。

图 6 标牌

### 6.13.3 托运人的声明

6.13.3.1 托运人应在运输文件中以下述措词或具有同等意义的措词作出声明:“依据适用的国际规定和我国政府的规定,本托运货物的内容物已经以专用货运名称全面而准确地作了如上描述,并对其作了分级和包装,且作了标记和贴了标志,在各方面均处于(此处写入相应的运输方式)运输所需的适当条件,特此声明。”

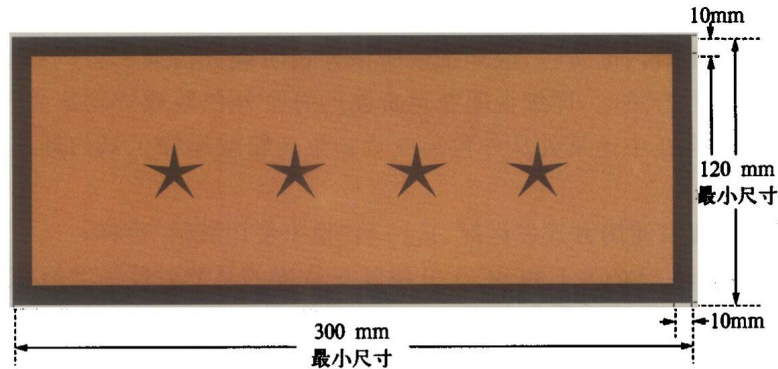
6.13.3.2 涉及国际运输时,若这种声明的意图已是某一特定的国际公约范围内的一种运输条件,则托运人无需对该公约所涉及的那部分运输再作这种声明。

6.13.3.3 这种声明应由托运人签署并注明日期。在适用的法律和规定承认传真签字的法律效力时,应认可传真签字。

6.13.3.4 这种声明应在含有 6.13.2 所列托运货物申报细目的同一运输文件上作出。

6.13.4 标志的去或覆盖

当依据 6.6.6 的规定将空包装作为例外货包运输时,原先的标志应去除或覆盖。



标牌的衬底为橙色,边框和联合国编号均为黑色。符号“★★★★”处用以显示如表 8 所规定的与放射性物质相应的联合国编号。

图 7 单独显示联合国编号的标牌

6.13.5 给承运人的信息

6.13.5.1 如有必要,托运人应在运输文件中说明关于要求承运人所采取的行动。这种说明应采用承运人或有关部门认为必要的语言书写,并且至少包括下述几点:

- a) 对货包、外包装或货物集装箱的装载、堆放、搬运、操作和卸载等的补充要求,包括用于安全散热的特殊堆放规定(见 6.14.2.2),或无需这类要求的说明;
- b) 关于运输方式或运输工具的限制,以及必要的运输路线的指示;
- c) 适用于托运货物的应急安排。

6.13.5.2 主管部门的批准证书不必与托运货物放在一起。但是,托运人应准备好在装载和卸载之前向承运人提交这些证书。

6.13.6 通报有关主管部门

6.13.6.1 对需要主管部门批准的货包首次装运之前应通报主管部门。当涉及国际运输时,托运人应确保把该货包设计的主管部门批准证书副本提交给拟运输的托运货物途经国或抵达国的主管部门。托运人不必等候这些主管部门收到该副本的通知,这些主管部门亦不必在收到该证书之后寄回执。

6.13.6.2 对下面 a)、b)、c)或 d)所列项目的每次装运,托运人应通报主管部门,涉及国际运输的还应通报拟运输的托运货物途经国或抵达国的主管部门。在装运开始前,至少应提前 7 d 将这类通报单送达上述各主管部门:

- a) 装有放射性活度大于 3 000A<sub>1</sub> 或 3 000A<sub>2</sub>,或大于 1 000 TBq(以三者中较小者为准)的放射性物质的 C 型货包;
- b) 装有放射性活度大于 3 000A<sub>1</sub> 或 3 000A<sub>2</sub>,或大于 1 000 TBq(以三者中较小者为准)的放射性物质的 B(U)型货包;
- c) B(M)型货包;
- d) 特殊安排下的装运。

### 6.13.6.3 托运货物通报单应包括：

- a) 识别货包用的足够资料,包括所有适用证书的编号和所有的识别标记;
- b) 关于装运日期、预期的到达日期及所建议的运输路线方面的资料;
- c) 放射性物质或核素的名称;
- d) 放射性物质的物理和化学形态的说明,或者是否为特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的说明;
- e) 放射性内容物在运输期间的最大放射性活度以贝可(Bq)或加 SI 相应词头符号为单位表示。对于易裂变材料,可采用克(g)或以其倍数为单位表示的质量数值来代替放射性活度。

6.13.6.4 如果在装运批准申请书中已包括所要求的资料,则托运人不必呈送一份单独的通报单(见 9.6.3)。

### 6.13.7 各种证书和说明书的持有

在按照每种相应证书所规定的条件进行任何装运之前,托运人应持有本标准第 9 章所要求的有关证书的副本,以及关于货包正确封闭和装运的其他准备工作的说明书副本。

## 6.14 运输和途中贮存

### 6.14.1 运输期间和途中贮存期间的隔离

6.14.1.1 装有放射性物质的货包、外包装和货物集装箱在运输期间和途中贮存期间都应：

- a) 按照 4.1.6 和 4.1.7 的规定,与有人员逗留的场所相隔离,以及与未显影的照相胶片相隔离;
- b) 按照 6.3.4 的规定,与其他危险货物相隔离。

6.14.1.2 II 级(黄)或 III 级(黄)货包或外包装均不应放在旅客乘用的隔舱中运载,但那些专门批准押运这些货包或外包装的人员所专用的隔舱除外。

### 6.14.2 运输期间和途中贮存期间的堆放

6.14.2.1 托运货物的堆放应安全稳妥。

6.14.2.2 只要货包或外包装表面的平均热流密度不超过  $15 \text{ W/m}^2$ ,且其紧邻的货物不是装在袋里或包里,则该货包或外包装可与有包装的普通货物放在一起运载或贮存,无需特殊的堆放要求,但批准证书中主管部门对堆放规定有专门要求的货包或外包装除外。

6.14.2.3 应按下述要求控制货物集装箱的装载及货包、外包装和货物集装箱的存放：

- a) 除独家使用的情况外,应限制单件运输工具上的货包、外包装和货物集装箱的总数,以使运输工具上的运输指数总和不大于表 9 所示数值,对托运的 LSA-I 物质,不限制其运输指数总和;
- b) 在托运货物按独家使用方式运输时,单件运输工具上的运输指数总和不受限制;
- c) 在运输的常规条件下运输工具外表面上任一点的辐射水平应不超过  $2 \text{ mSv/h}$ ,而在距运输工具外表面  $2 \text{ m}$  处的辐射水平应不超过  $0.1 \text{ mSv/h}$ ,除了以独家使用方式通过公路或铁路运输的托运货物之外,车辆周围的辐射水平应低于 6.14.4.3b) 和 c) 的限值;
- d) 货物集装箱内和运输工具上的临界安全指数总和应不超过表 10 所示限值。

6.14.2.4 运输指数大于 10 的货包、外包装或临界安全指数大于 50 的托运货物,应按独家使用方式运输。

### 6.14.3 装有易裂变材料的货包在运输期间和途中贮存期间的隔离

6.14.3.1 途中贮存期间,在任何一个贮存区内的任何一组装有易裂变材料的货包、外包装和货物集装箱的数量应受到限制,以使任一组的这种货包、外包装、货物集装箱的临界安全指数总和不超过 50。各组之间的间距应至少保持  $6 \text{ m}$ 。

6.14.3.2 若运输工具上或货物集装箱内的临界安全指数总和超过 50(如表 10 所允许的那样),该运输工具或货物集装箱在贮存时应与装有易裂变材料的其他货包、外包装组或货物集装箱组或运载放射性物质的其他运输工具之间的距离至少保持  $6 \text{ m}$ 。

6.14.4 与铁路运输和公路运输有关的附加要求

6.14.4.1 运载那些贴有图 2、图 3、图 4 或图 5 所示标志的货包、外包装或货物集装箱的铁路车辆和公路车辆或按独家使用方式运载托运货物的铁路车辆和公路车辆都应显示图 6 所示的标牌,该标牌的位置如下:

- a) 对铁路车辆,在两个外侧面上;
- b) 对公路车辆,在两个外侧面和后端面上。

对无侧面的车辆,只要标牌醒目,标牌可直接固定在货物容器上;显示在大型的罐或货物集装箱上的标牌应足够大。对于无足够大位置固定大型标牌的车辆,图 6 所示的标牌尺寸可以缩小到 100 mm。应除去与内容物无关的其他标牌。

表 9 非独家使用的货物集装箱和运输工具的运输指数(TI)限值

货物集装箱或运输工具类型	货物集装箱内或运输工具上运输指数总和的限值
小型货物集装箱	50
大型货物集装箱	50
车辆	50
飞机:	
a) 客机	50
b) 货机	200
内河船舶	50
海船 <sup>a</sup> :	
a) 货舱、隔舱或限定的甲板区:	
1) 货包、外包装和小型货物集装箱	50
2) 大型货物集装箱	200
b) 整船:	
1) 货包、外包装、小型货物集装箱	200
2) 大型货物集装箱	不限
<sup>a</sup> 依据 6.14.4.3 规定装在车辆内或车辆上运载的货包或外包装均可用船舶运输,其前提是这些货包或外包装在船舶上时,始终不从车辆上卸下。	

表 10 装有易裂变材料的货物集装箱和运输工具的临界安全指数(CSI)限值

货物集装箱或运输工具的类型	在货物集装箱内或运输工具上的临界安全指数总和的限值	
	非独家使用	独家使用
小型货物集装箱	50	不适用
大型货物集装箱	50	100
车辆	50	100
飞机:		
a) 客机	50	不适用
b) 货机	50	100
内河船舶	50	100
海船 <sup>a</sup> :		
a) 货舱、隔舱或限定的甲板区:		
1) 货包、外包装和小型货物集装箱	50	100
2) 大型货物集装箱	50	100
b) 整船:		
1) 货包、外包装、小型货物集装箱	200 <sup>b</sup>	200 <sup>c</sup>
2) 大型货物集装箱	无限值 <sup>b</sup>	无限值 <sup>c</sup>
<sup>a</sup> 依据 6.14.4.3 规定装在车辆内或车辆上运载的货包或外包装均可以用船舶运输,其前提是这些货包或外包装在船舶上时,始终不从车辆上卸下。此时,独家使用栏的限值是适用的。		
<sup>b</sup> 托运货物的装卸和堆放应使任一组托运货物的临界安全指数总和均不大于 50,而且每组的装卸和堆放应使各组之间相距至少 6 m。		
<sup>c</sup> 托运货物的装卸和堆放应使任一组的临界安全指数总和均不大于 100,而且每组托运货物的装卸和堆放应使各组之间相距至少 6 m。依据 6.3.3 的规定各组托运货物之间的空间可放置其他货物。		

6.14.4.2 在车辆内或车辆上的托运货物是无包装的 LSA-I 物质或 SCO-I 时,或按独家使用方式运输的托运货物是带有单一联合国编号的有包装的放射性物质时,还应以高度不小于 65 mm 的黑体字显示相应的联合国编号(见表 8),黑体字可显示在:

- a) 图 6 所示标牌的白色衬底的下半部;或
- b) 图 7 所示的标牌上。

在采用上面 b)所述的方案时,对铁路车辆应将该附加的标牌固定在两个外侧面上且紧邻图 6 所示标牌,对公路车辆固定在两个外侧面和后端外表面上。

6.14.4.3 对按独家使用方式运输的托运货物的要求:

- a) 货包或外包装外表面上任一点的辐射水平应不超过 2 mSv/h,仅在满足下述条件下才可超过 2 mSv/h,但不可超过 10 mSv/h:
  - 1) 车辆应采取实体防护措施防止未经批准的人员在运输的常规条件下接近托运货物;
  - 2) 对货包或外包装采取了固定措施,在运输的常规条件下它们在车辆内的位置保持不变;
  - 3) 运载期间,无任何装载或卸载作业。
- b) 在车辆外表面(包括上、下表面)上任一点的辐射水平,或者就敞式车辆而言,在那些由车辆外缘延伸的铅直平面上、装运物的上表面上以及车辆下部外表面上任一点的辐射水平均应不超过 2 mSv/h。
- c) 在距由车辆外侧面延伸的铅直平面 2 m 处的任一点的辐射水平,或者就敞式车辆而言,在距由车辆外缘延伸的铅直平面 2 m 处的任一点的辐射水平,均不得超过 0.1 mSv/h。

6.14.4.4 对公路车辆,除司机及其辅助人员外,任何人均不允许搭乘运载贴有 II 级(黄)或 III 级(黄)标志的货包、外包装或货物集装箱的车辆。

6.14.5 与用船舶运输有关的附加要求

6.14.5.1 表面辐射水平超过 2 mSv/h 的货包,除特殊安排下的船舶运输外,只有满足依据表 9 脚注 a 的要求按独家使用方式装在车辆内或车辆上,方可用船舶运输。

6.14.5.2 在使用为运载放射性物质而设计或租用的专用船舶运输托运货物时,只要满足下述各条件,这种运输可不受 6.14.2.3 所规定的各项要求的限制:

- a) 装运的辐射防护大纲应经该船舶的船旗国的主管部门批准,有要求时,还应经各停靠港国家的主管部门批准;
- b) 任何托运货物在整个航程(包括在停靠港装载)中,应预先作出堆放安排;
- c) 在运输放射性物质的过程中,托运货物的装载、运载和卸载都应由有资格人员监督。

6.14.6 与空运有关的附加要求

6.14.6.1 不得用客机运输属独家使用的 B(M)型货包和托运货物。

6.14.6.2 不得空运需通风的 B(M)型货包、需用辅助冷却系统进行外部冷却的货包、运输期间需进行操作控制的货包和装有液态自燃物质的货包。

6.14.6.3 除特殊安排外,不得空运表面辐射水平超过 2 mSv/h 的货包或外包装。

6.14.7 与邮运有关的附加要求

6.14.7.1 符合 6.6.1 的要求而且放射性内容物的放射性活度不超过表 3 所规定限值的十分之一的托运货物在符合国内邮政机构规定的附加要求条件下可以进行国内邮运。

6.14.7.2 符合 6.6.1 的要求而且放射性内容物的放射性活度不超过表 3 所规定限值的十分之一的托运货物,特别在符合万国邮政联盟法中所规定的下述附加要求的条件下,邮局可接收该托运货物,进行国际邮运:

- a) 应仅由国家主管部门授权的托运人递交给邮政部门;
- b) 应通过最快的路线(通常是空运)发送;
- c) 应在其外表面上标上醒目而耐久的:“放射性物质——数量为邮运所允许”字样,如果包装空着

返回,则应划去这些字;

- d) 应在其外表面上注明托运人的姓名和地址,并要求在无法交付该托运货物时,将其原封退回;
- e) 应在内包装上注明托运人的姓名和地址及托运货物的内容物。

#### 6.15 海关作业

与检查货包的放射性内容物有关的海关作业应只在备有控制射线照射的适当手段的场所并有有资格人员在场的情况下进行。依据海关规程,被启封的任何货包在继续发往收货人之前应恢复其原样。

#### 6.16 无法交付的托运货物

在托运货物无法交付时,应将托运货物置于安全场所,并尽快报告有关的主管部门和请示下一步如何处置。

### 7 对放射性物质以及对包装和货包的要求

#### 7.1 对放射性物质的要求

##### 7.1.1 对Ⅲ类低比活度(LSA-Ⅲ)物质的要求

LSA-Ⅲ物质应是具有这样一种性质的固体,即若货包的全部内容物经受了8.2所规定的试验,水中的放射性活度不会超过 $0.1A_2$ 。

##### 7.1.2 对特殊形式放射性物质的要求

7.1.2.1 特殊形式放射性物质至少应有一维尺寸大于5 mm。

7.1.2.2 特殊形式放射性物质应具有这样一种性质,或应是这样设计的,即当它经受了8.3所规定的试验,应满足下述要求:

- a) 在经受8.3.2.1、8.3.2.2、8.3.2.3和8.3.2.5a)所规定的冲击、撞击和挠曲试验时,它不会破碎或断裂;
- b) 在经受8.3.2.4和8.3.2.5b)所规定的耐热试验时,它不会熔化或弥散;
- c) 由8.3.3规定的浸出试验在水中生成的放射性活度不会超过2 kBq;或者对于密封源,在进行GB 15849中所规定的体积泄漏评估试验时,其泄漏率满足该标准的要求或不会超过主管部门认可的其他可适用的验收阈值。

7.1.2.3 当密封件成为特殊形式放射性物质的组成部分时,应把这种密封件制成仅在将其毁坏时才可被打开。

##### 7.1.3 对低弥散放射性物质的要求

低弥散放射性物质是指其在货包中的放射性物质的总量应满足下述要求:

- a) 距无屏蔽的放射性物质3 m处的辐射水平不超过10 mSv/h;
- b) 在经受8.5.10.3和8.5.10.4规定的试验时,气态的和空气动力学当量直径不大于 $100\ \mu\text{m}$ 的微粒形态的气载放射性排放不超过 $100A_2$ 。每种试验可用不同的试样;
- c) 在经受8.2规定的试验时,水中的放射性活度不会超过 $100A_2$ 。应用这种试验时,应考虑7.1.3b)项规定试验的损伤效应。

#### 7.2 对各种包装和货包的一般要求

7.2.1 在设计货包时,应考虑其质量、体积和形状,以便安全地运输。此外,还应把货包设计成在运输期间能便于固定在运输工具内或运输工具上。

7.2.2 这种设计应使货包上的提吊附加装置在按预期的方式使用时不会失效,而且,即使在提吊附加装置失效时,也不会削弱货包满足本标准的其他要求的能力。设计时应考虑相应的安全系数,以适应突然起吊。

7.2.3 货包外表面上的可能被误用于提吊货包的附加装置和任何其他部件,应依据7.2.2的要求设计成能够承受货包的重量,或应将其设计成是可以拆卸的,或使其在运输期间不能被使用。

7.2.4 应尽实际可能把包装设计和加工成其外表面无凸出部分并易于去污。



7.2.5 应尽实际可能把货包的外表面设计成可防止集水和积水。

7.2.6 运输期间附加在货包上的但不属于货包组成部分的任何部件均不得降低货包的安全性。

7.2.7 货包应能经受在运输的常规条件下可能产生的任何加速度、振动或共振的影响,并且无损于容器上的各种密闭器件的有效性或货包完好性。尤其应把螺母、螺栓和其他紧固器件设计成即使经多次使用后也不会意外地松动或脱落。

7.2.8 包装和部件或构件的材料在物理和化学性质上均应彼此相容,并且应与放射性内容物相容。应考虑这些材料在辐照下的行为。

7.2.9 有可能引起泄漏放射性内容物的所有阀门应具有防止其被擅自操作的保护措施。

7.2.10 货包的设计应考虑在运输的常规条件下有可能遇到的环境温度和压力。

7.2.11 对于具有其他危险性质的放射性物质,货包设计应考虑这些危险性质(见第1章和6.4)。

### 7.3 对空运货包的附加要求

7.3.1 对于空运的货包,在环境温度为38℃和不考虑曝晒的情况下,其可接近表面的温度不得高于50℃。

7.3.2 应把拟空运的货包设计成即使处于-40℃~+55℃的环境温度下,也不会有损于包容系统的完好性。

7.3.3 空运的装有放射性物质的货包,必须具有能经受不小于最大正常工作压力加95 kPa的压力差的内压值且不会发生泄漏。

### 7.4 对例外货包的要求

应将例外货包设计成能满足7.2规定的对货包的一般要求。此外,若空运,还应满足7.3规定的要求。

### 7.5 对工业货包的要求

#### 7.5.1 对IP-1型货包的要求

应将IP-1型货包设计成能满足7.2和7.7.2规定的要求。若空运,还应满足7.3规定的要求。

#### 7.5.2 对IP-2型货包的要求

应将IP-2型货包设计成能满足7.5.1为IP-1型货包所规定的要求。此外,该种货包在经受了8.5.5.4和8.5.5.5规定的试验后,还要能防止:

- a) 放射性内容物的漏失或弥散;
- b) 屏蔽完好性的丧失(使得货包外表面上的辐射水平提高20%以上)。

#### 7.5.3 对IP-3型货包的要求

应把IP-3型货包设计成能满足7.5.1中为IP-1型货包所规定的要求,以及7.7.2~7.7.15规定的对A型货包的要求。

#### 7.5.4 对IP-2型货包和IP-3型货包可供选择的要求

7.5.4.1 满足以下条件的货包可作为IP-2型货包:

- a) 它们满足7.5.1中为IP-1型货包所规定的要求;
- b) 将它们设计成符合ST/SG/AC.10/1/Rev.9中有关包装的一般建议所规定的标准或至少相当于这些标准的其他要求;
- c) 在经受ST/SG/AC.10/1/Rev.9中包装组I和II所要求的试验时,要能防止:
  - 1) 放射性内容物的漏失或弥散;
  - 2) 屏蔽完好性的丧失(使得货包外表面上的辐射水平提高20%以上)。

7.5.4.2 满足以下条件的罐状容器亦可用作IP-2型货包或IP-3型货包:

- a) 满足7.5.1中为IP-1型货包所规定的要求;
- b) 将它们设计成符合ST/SG/AC.10/1/Rev.9中有关多种形式罐的运输中所规定的标准或至少相当于这些标准的其他要求,并且要能经受265 kPa的试验压力;

- c) 为它们设计的附加屏蔽应能经受由装卸和运输的常规条件产生的静应力和动应力,并且能防止屏蔽完好性的丧失(即能防止使得罐状容器外表面上的辐射水平提高 20%以上)。

7.5.4.3 除罐状容器以外,其他罐也可用作 IP-2 型货包或 IP-3 型货包来运输如表 4 规定的 LSA-I 和 LSA-II 液体和气体,其前提是它们应符合至少相当于 7.5.4.2 规定的那些标准。

7.5.4.4 货物集装箱也可用作 IP-2 型货包或 IP-3 型货包,其前提是:

- a) 放射性内容物限于固体材料;
- b) 满足 7.5.1 中为 IP-1 型货包所规定的要求;
- c) 将它们设计成符合 GB/T 5338 中所规定的标准(尺寸和额定值除外)。应把它们设计成在经受了该文件中所规定的试验和运输的常规条件下出现的加速度时,能防止:
  - 1) 放射性内容物的漏失或弥散;
  - 2) 屏蔽完好性的丧失(使得货包容器的外表面上的辐射水平提高 20%以上)。

7.5.4.5 金属制造的散货集装箱也可用作 IP-2 型货包或 IP-3 型货包,其前提是:

- a) 它们满足 7.5.1 中为 IP-1 型货包所规定的要求;
- b) 将它们设计成符合 ST/SG/AC.10/1/Rev.9 中有关散货集装箱(IBC)建议的章节中所规定的对于包装组 I 或 II 所用的标准,若它们经受了该文件中所规定的试验,且自由下落试验应该在损伤最严重的取向上进行。应能防止:
  - 1) 放射性内容物的漏失或弥散;
  - 2) 屏蔽完好性的丧失(使得散货集装箱外表面上的辐射水平提高 20%以上)。

## 7.6 对六氟化铀货包的要求

7.6.1 设计的装运六氟化铀的货包应当满足本标准其他条文中对关于材料的放射性和易裂变特性规定的要求。除 7.6.4 所允许的条件外,超过 0.1 kg(含 0.1 kg)的六氟化铀的包装和运输应符合 7.6.2~7.6.3 和 ISO 7195 中的规定。

7.6.2 用来装大于或等于 0.1 kg 六氟化铀的货包应设计成满足下述要求:

- a) 能经受 8.5.4 规定的结构试验而无泄漏并无不可接受的应力(见 ISO 7195 的规定);
- b) 能经受 8.5.5.4 规定的自由下落试验而六氟化铀无漏失或弥散;
- c) 能经受 8.5.7.3 规定的热试验而包容系统无破损。

7.6.3 设计用来装大于或等于 0.1 kg 六氟化铀的货包不应设有减压装置。

7.6.4 设计用来装大于或等于 0.1 kg 六氟化铀的货包,如果所有其他方面都满足 7.6.1~7.6.2 规定的要求,但具有下列情况的,在经主管部门批准后可运输:

- a) 货包不是按照 ISO 7195 规定的要求设计的,但其具有与这些要求等效的安全水平;
- b) 把货包设计成能经受住小于 2.76 MPa 的试验压力而无泄漏和无可接受的应力(见 8.5.4 的规定);或
- c) 设计用来装大于或等于 9 000 kg 六氟化铀的货包不满足 7.6.2c)规定的要求。

## 7.7 对 A 型货包的要求

7.7.1 应把 A 型货包设计成能满足 7.2 和 7.7.2~7.7.17 规定的要求。此外,如果空运,还应满足 7.3 规定的要求。

7.7.2 货包最小的外部尺寸不得小于 10 cm。

7.7.3 货包的外部应具有类似铅封之类的部件。该部件应不易损坏,其完好无损即可证明货包未曾打开过。

7.7.4 应把货包上的任何栓系附件设计成在运输的正常条件和事故条件下其受力均不会降低该货包满足本标准要求的的能力。

7.7.5 货包设计应考虑包装各部件的温度范围:—40℃~+70℃。应注意液体的凝固温度,以及在此给定温度范围内包装材料性能的可能下降。

- 7.7.6 设计和制造工艺均应符合我国标准或主管部门认可的其他要求。
- 7.7.7 设计的包容系统应被一种不能被意外打开的能动紧固器件牢固紧闭,或由货包内部可能产生的压力密封。
- 7.7.8 可把特殊形式放射性物质视为包容系统的一个组成部分。
- 7.7.9 若包容系统构成货包的一个独立单元,则它应能被一种能动紧固器件牢固地紧闭。该器件应独立于包装的其他构件。
- 7.7.10 包容系统的任何组件的设计,在必要时应考虑液体和其他易损物质的辐射分解,以及由化学反应和辐射分解所产生的气体。
- 7.7.11 在环境压力降至 60 kPa 的情况下,包容系统应仍能保持其放射性内容物不泄漏。
- 7.7.12 除减压阀以外,所有阀门均应配备密封罩以包封通过阀门的任何泄漏物。
- 7.7.13 围绕着货包部件的被规定为包容系统一部分的辐射屏蔽层应设计成能防止该部件意外地与屏蔽层脱离。在辐射屏蔽层与其包容的部件构成一个独立单元时,应能使用一种独立于包装其他构件的能动紧固器件将该屏蔽层牢固地紧闭。
- 7.7.14 应把货包设计成在经受了 8.5.5 规定的试验时能防止:
- a) 放射性内容物的漏失或弥散;
  - b) 屏蔽完好性的丧失(使得货包的任何外表面上的辐射水平提高 20%以上)。
- 7.7.15 对液体放射性物质运输用的货包设计应考虑留出液面上部空间,以适应内容物的温度、动力学效应和充填动态效应方面的变化。
- 7.7.16 设计用来装液体的 A 型货包还应:
- a) 如果该货包经受 8.5.6 规定的试验,要满足上述 7.7.14a)规定的条件;和
  - b) 满足下述两项要求之一:
    - 1) 配备足以吸收两倍液体内容物体积的吸收剂。这种吸收剂必须置于适当的部位上,以便在发生泄漏事件时能与液体内容物相接触;或
    - 2) 配备一个由初级的内部包容件和次级的外部包容件组成的包容系统,用以保证即使在初级的内部包容件发生泄漏时仍将液体内容物截留在次级的外部包容件内。
- 7.7.17 设计用来装气体的货包在经受 8.5.6 规定的试验后,应防止放射性内容物的漏失或弥散,为氟气或惰性气体设计的 A 型货包可不受这种要求的限制。
- 7.8 对 B(U)型货包的要求**
- 7.8.1 应把 B(U)型货包设计成能够满足 7.2 和 7.7.2~7.7.15 规定的要求,7.7.14a)规定的要求除外。若空运还应满足 7.3 中规定的要求。此外,这种设计还应满足 7.8.2~7.8.15 规定的要求。
- 7.8.2 货包在 7.8.4 和 7.8.5 规定的环境条件下,在运输的正常条件(如同 8.5.5 试验所验证的那些条件)下其放射性内容物在货包内产生的热量,不会因一周无人看管使得货包不能满足对包容和屏蔽的可适用要求,因而对货包造成不利影响。应特别注意这种热效应,它可能:
- a) 改变放射性内容物的排列、几何形状或物理状态,或若放射性物质是封装在包壳或容器内(例如带包壳的燃料元件)的,则可能使包壳、容器或放射性物质变形或熔化;
  - b) 因辐射屏蔽材料产生不同程度的热膨胀或破裂或熔化而降低包装的功能;
  - c) 因受湿气影响而加速腐蚀。
- 7.8.3 除按独家使用方式运输的货包外,应把货包设计成在 7.8.4 规定的环境条件下,货包的可接近表面的温度不得高于 50℃,7.3.1 对空运货包的要求除外。
- 7.8.4 应假设环境温度为 38℃。
- 7.8.5 应假设太阳曝晒条件如表 11 所示。
- 7.8.6 为满足 8.5.7.3 规定的耐热试验的要求,应把配备热保护层的货包设计成在货包经受 8.5.5 及 8.5.7.2a)和 b)或 8.5.7.2b)和 c)(视情况而定)规定的试验后,这种保护层仍将有效。在划伤、切割、

滑伤、擦伤、腐蚀或野蛮装卸等情况时,货包外表面上的这种保护层均应有效。

7.8.7 应将货包设计成在经受:

- a) 8.5.5 规定的试验后能使放射性内容物的漏失限制在每小时不大于  $10^{-6} A_2$ ;
- b) 8.5.7.1、8.5.7.2b)、8.5.7.3 和 8.5.7.4 规定的试验以及在:
  - 1) 8.5.7.2c)规定的试验(对货包重量不超过 500 kg,依据外部尺寸计算的总体密度不大于  $1\ 000\text{ kg/m}^3$ ,放射性内容物的活度大于  $1\ 000 A_2$ ,且不是特殊形式放射性物质时),或
  - 2) 8.5.7.2a)规定的试验(对所有其他的货包)。

试验后货包仍符合下述要求:

- 能保持足够的屏蔽能力,保证在货包内装的放射性内容物达到所设计的最大数量时,距货包表面 1 m 处的辐射水平不会超过 10 mSv/h;
- 能使一周内放射性内容物的累积漏失对氦-85 限制在不大于  $10 A_2$  和对所有其他的放射性核素不大于  $A_2$ 。

在货包内装有不同放射性核素的混合物时,应实施 5.2.3~5.2.5 的规定,其中对氦-85 可应用一个相当于  $10 A_2$  的  $A_2(i)$  有效值。对上述 a) 项的情况,评定时应考虑 6.5.1 中所述的外部污染限值。

表 11 曝晒数据

状态	表面的形状和位置	每天曝晒 12 h 的曝晒量/(W/m <sup>2</sup> )
1	运输的水平平坦朝下表面	0
2	运输的水平平坦朝上表面	800
3	运输的垂直平坦侧表面	200
4	运输的其他朝向的非水平平坦表面	200 <sup>a</sup>
5	所有其他表面	400 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 另一种办法是在采用一种吸收系数并忽略邻近物体可能的反射效应时,可使用正弦函数。

7.8.8 应把装有放射性活度大于  $10^5 A_2$  的放射性内容物的货包设计成在经受了 8.5.8 规定的强化水浸没试验后,包容系统不会破裂。

7.8.9 应该在不依赖于过滤器,也不得依赖于机械冷却系统的条件下,满足允许的放射性活度释放限值的要求。

7.8.10 货包的包容系统不应设置泄压装置,以避免包容系统一旦处在 8.5.5 和 8.5.7 规定的试验条件的环境中导致放射性物质向环境释放。

7.8.11 应把货包设计成如果处于最大正常工作压力下和经受 8.5.5 和 8.5.7 规定的试验后,包容系统的变形不会达到使货包不能满足可适用要求的程度。

7.8.12 货包的最大正常工作压力不得超过 700 kPa 表压。

7.8.13 在 7.8.4 规定的环境条件下不受曝晒时,货包的任何易接近表面在运输期间的最高温度均不得高于 85℃,但 7.3.1 对空运货包的要求除外;若最高温度高于 50℃,如按 7.8.3 规定,应按独家使用方式来运载货包。可以考虑使用屏障或隔板来保护运输人员,而这些屏障或隔板不需经受任何试验。

7.8.14 设计低弥散放射性物质的货包时,应使附加在这种物质上的辅件(它不成为放射性物质的一部分)或包装内部的任何部件都不得对低弥散放射性物质的性能有不利影响。

7.8.15 应把货包设计成能适用于  $-40\text{℃} \sim +38\text{℃}$  的环境温度。

7.9 对 B(M)型货包的要求

7.9.1 B(M)型货包应满足 7.8.1 中对 B(U)型货包所规定的要求。经主管部门批准后,在国内或在几个指定国家间运输的货包,可采取不同于上述在 7.7.5、7.8.4、7.8.5 和 7.8.8~7.8.15 规定的条件。尽管如此,亦应尽实际可能,满足 7.8.8~7.8.15 中对 B(U)型货包所规定的要求。

7.9.2 运输期间可允许对 B(M)型货包进行间歇性通风,但该通风的操作管理应经主管部门认可。

## 7.10 对 C 型货包的要求

7.10.1 应把 C 型货包设计成能满足 7.2 和 7.3、7.7.2~7.7.15[7.7.14a) 除外]、7.8.2~7.8.5、7.8.9~7.8.15 和 7.10.2~7.10.4 规定的要求。

7.10.2 把货包置于热导率为  $0.33 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  和温度稳定在  $38^\circ\text{C}$  的环境后,货包应符合 7.8.7b) 和 7.8.11 对试验所规定的评定标准。评定的初始条件应假定货包的热绝缘仍未受损、货包处于最大正常工作压力下和  $38^\circ\text{C}$  的环境温度下。

7.10.3 为使货包能承受最大正常工作压力,设计应满足下列条件:

- a) 经 8.5.5 规定的试验,放射性内容物的漏失限制在每小时不大于  $10^{-6} A_2$ ;
- b) 经 8.5.10.1 规定的系列试验,该货包要满足下述要求:
  - 1) 能保持足够的屏蔽能力,即在货包内装的放射性内容物达到所设计的最大数量时,能保证距离货包表面 1m 处的辐射水平不会超过  $10 \text{ mSv/h}$ ;
  - 2) 一周内放射性内容物的累积漏失能限制在:对氡-85 不大于  $10A_2$ ,对所有其他放射性核素不大于  $A_2$ 。

货包装有不同放射性核素的混合物时,应实施 5.2.3~5.2.5 的规定,但对氡-85,可应用一个相当于  $10A_2$  的  $A_2(i)$  有效值。对上述 a) 的情况,评定时应考虑 6.5.1 所述的外部污染限值。

7.10.4 应把货包设计成在经受 8.5.8 规定的强化水浸没试验后,包容系统不会破裂。

## 7.11 对易裂变材料货包的要求

### 7.11.1 易裂变材料货包的运输

易裂变材料货包:

- a) 在运输的正常条件和事故条件下应保持次临界状态,特别应考虑下述意外事件:
  - 1) 水渗入货包或从货包泄出;
  - 2) 货包内的中子吸收剂或慢化剂失效;
  - 3) 放射性内容物在货包内可能重新排列或因其从货包内漏失而可能引起的重新排列;
  - 4) 货包内或货包之间的间距缩小;
  - 5) 货包浸没在水中或埋入雪中;
  - 6) 温度变化。
- b) 应满足下述要求:
  - 1) 7.7.2 中对盛装易裂变材料的货包的要求;
  - 2) 本标准其他条款中有关易裂变材料的放射性特性的要求;
  - 3) 7.11.3~7.11.7 规定的要求,符合 7.11.2 规定的例外情况除外。

### 7.11.2 例外易裂变材料货包的要求

满足下述 a)~d) 任一规定的易裂变材料货包的运输,可以不受 7.11.3~7.11.7 规定的要求以及本标准中适用于易裂变材料的其他要求的限制。每件这种例外货包的托运货物仅允许有下述一种例外类型存在。

a) 每种托运货物的质量限值如下:

$$\frac{\text{钍-235 的质量(g)}}{X} + \frac{\text{其他易裂变材料的质量(g)}}{Y} < 1 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

X 和 Y 是表 12 所确定的质量限值,其前提是:

- 1) 单件货包装有的易裂变材料不超过 15 g;对于无包装的物质,应对装在运输工具内或运输工具上运输的托运货物施行数量限制;或
- 2) 易裂变材料是一种均匀的含氢溶液或混合物,其易裂变核素与氢之比小于 5%(质量);或
- 3) 在任何容积为 10 L 的材料内,易裂变材料不超过 5 g。

在氙浓缩含氢材料中无论铍或氙的含量均不得超过表 12 中规定的相应托运货物质量限值的 0.1%。

- b) 铀-235 富集度最高为 1%(质量),且铀和铀-233 的总含量不超过铀-235 质量的 1%,并且易裂变材料基本上均匀分布于该物质内。此外,若铀-235 以金属、氧化物或碳化物形态存在,它不得形成一种栅格排列。
- c) 铀-235 富集度最高为 2%(质量)的硝酸铀酰水溶液,而且铀和铀-233 的总含量不超过铀-235 质量的 0.002%,以及最小的氮铀原子比(N/U)为 2。
- d) 单件货包装有铀的总质量不超过 1 kg,而且其中铀-239、铀-241 或这两种放射性核素的任何组合的含量不超过铀质量的 20%。

### 7.11.3 易裂变材料货包评定的内容说明

7.11.3.1 在化学或物理形态、同位素组成、质量或浓度、慢化比或密度、或几何构形未知时,在进行 7.11.5~7.11.7 的评定计算中与已知条件和参数组合所用的每个未知参数的假设应使中子增殖因子达到最大。

表 12 对例外易裂变材料货包内容物的质量托运限值

易裂变材料	与平均氢密度小于或等于水的物质相混合的易裂变材料质量/g	与平均氢密度大于水的物质相混合的易裂变材料质量/g
铀-235(X)	400	290
其他易裂变材料(Y)	250	180

7.11.3.2 对于受辐照过的核燃料,7.11.5~7.11.7 中的评定应基于已证实的同位素组成,以给出:

- a) 辐照期间的最大中子增殖因子;
- b) 货包评定所需的中子增殖系数的保守估计值。在装运前应进行测量,以确认同位素组成的保守性。

### 7.11.4 几何形状和温度要求

7.11.4.1 货包在经受了 8.5.5 规定的试验后必须防止边长为 10 cm 的立方体进入。

7.11.4.2 除非主管部门在货包设计的批准书中作出规定,否则应把货包设计成能适用于-40℃~+38℃的环境温度范围。

### 7.11.5 孤立的单件货包的评定

7.11.5.1 对于孤立货包,应假设水能渗入货包的所有空隙或从货包的所有空隙中泄出(包括包容系统内的所有空隙)。然而,若货包设计能考虑一些特殊措施,即使在发生人为错误时也能防止水渗入某些空隙或从某些空隙泄出,则可以假定,在这些空隙处不会出现这种渗入或漏出。特殊措施应该包括:

- a) 使用多重高标准防水层,若货包经受 7.11.7b)规定的试验,则每道防水层仍能防漏;在包装的制造、维护和修理过程中严格的质量管理;每次装运前进行验证每个货包密闭性的各种试验;或
- b) 对六氟化铀货包:
  - 1) 在经受 7.11.7b)的试验后,包装上的阀门和任何其他部件(而不是指阀门安装位置上的部件)之间无直接接触;此外,在经受了 8.5.7.3 规定的试验后,阀门仍旧保持不漏;
  - 2) 在包装的制造、维护和修理过程中严格的质量管理以及每次装运前对每个货包进行验证其密闭性的试验。

7.11.5.2 应假设,使用至少 20 cm 厚的水层对约束系统进行紧贴反射或可由包装周围的材料对约束系统提供更强的附加反射。若可以证实包装在经受了 7.11.7b)规定的试验后约束系统仍在包装内时,则在 7.11.5.3c)中可认为,货包的紧贴反射至少需要 20 cm 厚的水层。

7.11.5.3 货包在 7.11.5.1 和 7.11.5.2 所述的条件下和在下述 a)、b)、c)条件下导致最大中子增殖时

应是次临界的：

- a) 运输的常规条件(无意外事件)；
- b) 7.11.6b)规定的试验；
- c) 7.11.7b)规定的试验。

#### 7.11.5.4 对于拟空运的货包：

- a) 在符合 8.5.10.1 规定的 C 型货包试验条件下,假设以至少 20 cm 厚的水层进行反射而水不渗入货包,货包应是次临界的；
- b) 在 7.11.5.3 的评估中除了要求在经受了 8.5.10.1 规定的 C 型货包试验和后续的 8.5.9.3 规定的泄漏试验后可以防止水渗入空隙或从空隙中渗出外,不允许采取 7.11.5.1 所述的特殊措施。

#### 7.11.6 在运输的正常条件下货包阵列的评定

应推导货包件数“N”,对于符合下述两种假设情况提供最大中子增殖的排列和货包条件,5 倍“N”件货包应是次临界的：

- a) 货包之间无任何物品,货包排列应受到周围至少 20 cm 厚的水层的反射；
- b) 若货包经受了 8.5.5 规定的试验,则货包的状态应处于被评定或被证实的条件。

#### 7.11.7 在运输的事故条件下货包阵列的评定

应推导货包件数“N”,对于符合下述三种假设情况提供最大中子增殖的排列和货包条件,2 倍“N”件货包应是次临界的：

- a) 货包间存在含氢慢化物,而且货包排列受到周围至少 20 cm 厚的水层反射。
- b) 在经受住 8.5.5 规定的试验之后,再进行下述任何一种较严的试验：
  - 1) 8.5.7.2b)和 8.5.7.2c)(对于质量不超过 500 kg 并依据外部尺寸计算的总体密度不大于 1 000 kg/m<sup>3</sup> 的货包),或 8.5.7.2a)和 8.5.7.2b)(对于其他所有的货包)规定的试验；随后进行 8.5.7.3 规定的试验以及 8.5.9 规定的试验；
  - 2) 8.5.7.4 规定的试验。
- c) 在包容系统经受住 7.11.7b)规定的试验后,有易裂变材料从包容系统中漏失时,应假设易裂变材料会从阵列中的每个货包中漏失,并且假设所有的易裂变材料排列都按照至少 20 cm 厚的水层紧贴反射导致最大中子增殖的构形和慢化条件。

## 8 试验程序

### 8.1 遵章证明

8.1.1 应使用下列任何一种方法或者综合使用这些方法来证明符合第 7 章所规定的性能标准：

- a) 使用能代表 LSA-III 物质或特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的试样或包装的原型或样品进行试验,试验用的试样的内容物或包装应尽可能模拟预期的放射性内容物,并按提交运输的试样或包装那样制备拟试验的试样或包装。
- b) 引用以往性质十分相似的样品或包装满足要求的证明。
- c) 在工程经验业已表明使用相应比例模型进行试验所得的结果能够满足设计要求时,则可以使用这种模型进行试验,该模型具有在研究中有重要意义物项的那些特性。当使用比例模型时,应考虑是否有必要调整某些试验参数,如贯穿件直径或压力荷载等。
- d) 通常在认为计算程序和参数均为可靠或保守时,可应用计算或合理推论。

8.1.2 在试样、原型件或样品经受各种试验后,应使用适当的评定方法,以保证满足本章的要求与第 7 章规定的性能标准和验收标准相一致。

### 8.2 III 类低比活度(LSA-III)物质和低弥散放射性物质的浸出试验

8.2.1 在环境温度下将那种代表货包全部内容物的固体样品置于水中浸没 7 d,在试验样品被浸没 7 d

之后,应测定自由体积的水的总放射性活度。

8.2.2 该试验拟用水的体积应足以保证在 7 d 试验期结束时所剩的未被吸收和未反应的水的自由体积至少为固体试验样品本身体积的 10%。所用水的初始 pH 值应为 6~8,在 20℃ 下的最大电导率为 1 mS/m。

### 8.3 特殊形式放射性物质的试验

#### 8.3.1 概述

含有或模拟特殊形式放射性物质的试样应经受 8.3.2 规定的冲击试验、撞击试验、挠曲试验和耐热试验。每种试验可以采用不同的试样。在每次试验后,均应对试样进行浸出评定或体积泄漏试验,而所用方法的灵敏度不低于 8.3.3.1 对不弥散固体物质和 8.3.3.2 对封装物质所规定方法的灵敏度。

#### 8.3.2 试验方法

8.3.2.1 冲击试验:应使试样从 9 m 高处自由下落到 8.5.3 规定的靶上。

8.3.2.2 撞击试验:应把试样置于一块由坚固的光滑表面支承的铅板上,并使其受一根低碳钢棒的一端平坦面的冲击,产生相当于 1.4 kg 的物体从 1 m 高处自由下落所产生的冲击力。该钢棒下端的直径应是 25 mm,边缘呈圆角,圆角半径为 $(3.0 \pm 0.3)$ mm。维氏硬度为 3.5~4.5、厚度不超过 25 mm 的铅板的面积应大于试样所覆盖的面积。在每次冲击时均应使用新的铅表面。钢棒应按引起最严重的损坏的条件撞击试样。

8.3.2.3 挠曲试验:此试验仅适用于长度不小于 10 cm,并且长度与最小宽度之比不小于 10 的细长形的试样。应把试样牢固地夹在某一水平位置上,其一半长度伸在夹钳外面。试样的取向是:当用钢棒的平坦面撞击该试样的自由端时,试样将受到最严重的损坏。钢棒撞击试样,应产生相当于 1.4 kg 的物体从 1 m 高处竖直自由下落所产生的冲击力。钢棒下端的直径应是 25 mm,边缘呈圆角,圆角半径为 $(3.0 \pm 0.3)$ mm。

8.3.2.4 耐热试验:应在空气中将试样加热至 800℃ 并在此温度下保持 10 min,然后让其冷却。

8.3.2.5 含有或模拟封装在密封件内的放射性物质的试样可以不经受下列试验:

- a) 8.3.2.1 和 8.3.2.2 规定的试验,其前提是特殊形式放射性物质的质量小于 200 g,并用经受 GB 4075 中规定的 4 级冲击试验所代替;
- b) 8.3.2.4 规定的试验,其前提是用经受 GB 4075 中规定的 6 级温度试验所代替。

#### 8.3.3 浸出和体积泄漏评定方法

8.3.3.1 对于含有或模拟不弥散固体物质的试样应按下述方法依次进行浸出评定:

- a) 应在环境温度下把试样置于水中浸没 7 d。该试验拟用水的体积应足以保证在 7 d 试验期结束时所剩的未被吸收和未反应的水的自由体积至少为固体试验样品本身体积的 10%。所用水的初始 pH 值应为 6~8,在 20℃ 下的最大电导率为 1 mS/m;
- b) 把该水连同试样一起加热至 $(50 \pm 5)$ ℃,并在此温度下保持 4 h;
- c) 测定该水的放射性活度;
- d) 把试样置于温度不低于 30℃、相对湿度不小于 90%的静止空气中至少 7 d;

再把试样浸没在与上述 a)项所述相同的水中和把水连同试样一起加热至 $(50 \pm 5)$ ℃,并在此温度保持 4 h;

- e) 测定该水的放射性活度。

8.3.3.2 对含有或模拟封装在密封件内的放射性物质的试样,应按下述方法进行浸出评定或体积泄漏评定:

- a) 浸出评定应包括下述步骤:
  - 1) 应在环境温度下把试样浸没在水中。所用水的初始 pH 值应是 6~8,在 20℃ 下的最大电导率为 1 mS/m;
  - 2) 应将水连同试样一起加热至 $(50 \pm 5)$ ℃,并在此温度下保持 4 h;



- 3) 测定该水的放射性活度；
- 4) 然后把试样置于温度不低于 30℃、相对湿度不小于 90% 的静止空气中至少 7 d；
- 5) 再重复一次 1)、2) 和 3) 的过程。

b) 替代的体积泄漏评定应包括 GB 15849 中所规定试验的任何一种。

#### 8.4 低弥散放射性物质的试验

含有或模拟低弥散放射性物质的试样应经受 8.5.10.3 规定的强化耐热试验和 8.5.10.4 规定的冲击试验。每种试验可以采用不同的试样,在每次试验后,试样应经受 8.2 规定的浸出试验。每次试验后还应确定 7.1.3 所述的可适用的要求是否已经满足。

#### 8.5 货包试验

##### 8.5.1 试验用试样的准备

8.5.1.1 试验前应检查所有的试样,以查明并记录包括下述各项的缺陷或损坏:

- a) 与设计的偏离;
- b) 制造缺陷;
- c) 腐蚀或其他损坏;
- d) 部件变形。

8.5.1.2 应清楚地说明货包的包容系统。

8.5.1.3 应清楚地标出式样的外部部件,以便简单明确地辨认出试样的任一部分。

##### 8.5.2 包容系统和屏蔽的完好性试验及临界安全的评定

在进行了 8.5.4~8.5.10.4 规定的每项可适用的试验之后:

- a) 应查明并记录缺陷和损坏;
- b) 应确定包容系统和屏蔽的完好性是否保持在第 7 章中对承受试验的货包所规定的要求;
- c) 对装有易裂变材料的货包,应确定在 7.11 中对一个或多个货包要求评定所用的假设和条件是否正相符合。

##### 8.5.3 自由下落试验用靶

在 8.3.2.1、8.5.5.4、8.5.6a)、8.5.7.2 和 8.5.10.2 中自由下落试验用靶规定为平坦的水平平面靶。在该靶受到试样冲击后,其抗位移能力或抗形变能力的增加不会使试样的受损有明显地增加。

##### 8.5.4 六氟化铀货包包装的试验

含有或模拟用于装有等于或大于 0.1 kg 六氟化铀的包装的试样应经受内压至少为 1.38 MPa 的水压试验,但是当试验压力小于 2.76 MPa 时,涉及国际运输的包装设计应经多方批准。为接受多方批准,需重新试验的包装可以使用其他等效无损试验的方法。

##### 8.5.5 验证经受运输正常条件能力的试验

8.5.5.1 这些试验是:喷水试验、自由下落试验、堆积试验和贯穿试验。货包的试样应经受自由下落试验、堆积试验和贯穿试验,并在每种试验之前均应先经受喷水试验。只要满足 8.5.5.2 的要求,一个试样可用于所有的试验。

8.5.5.2 应按下述原则选择从喷水试验结束至后续试验开始的时间间隔,即试样水渗透达最大程度,并使其外表无明显干处。若同时从四面向试样喷水,则这段时间间隔应为 2 h(不存在不利证据的情况下)。若依次从四个方向相继向试样喷水,则不需要时间间隔。

8.5.5.3 喷水试验:试样应进行模拟在降水量为每小时约 5 cm 的环境中暴露至少 1 h 的喷水试验。

8.5.5.4 自由下落试验:试样应自由下落在靶上,以使试验部件的安全特性受到最严重的损坏。

- a) 从试样的最低点至靶的上表面的所测的下落高度不得小于表 13 中对应的可适用质量所规定的距离。该靶应满足 8.5.3 规定的要求。
- b) 对质量不超过 50 kg 的纤维板或木板作的矩形货包,应对一个试样的每个角进行高度为 0.3 m 的自由下落试验。

- c) 对质量不超过 100 kg 的纤维板或木板作的圆柱形货包,应对一个试样每个边缘的每四分之一取向,分别进行高度为 0.3 m 的自由下落试验。

表 13 在运输的正常条件下试验货包的自由下落距离

货包质量/kg	自由下落距离/m
货包质量<5000	1.2
5 000≤货包质量<10 000	0.9
10 000≤货包质量<15 000	0.6
15 000≤货包质量	0.3

8.5.5.5 堆积试验:除非包装的形状能有效地防止堆积,否则试样应在 24 h 内一直承受下述两种试验中压力荷载较大者:

- 相当于货包实际质量的 5 倍;
- 相当于 13 kPa 与货包竖直投影面积的乘积。

应将荷载均匀地加在试样的两个相对面上,其中一个面应是货包通常搁置的底部。

8.5.5.6 贯穿试验:应把试样置于在试验中不会显著移动的刚性平坦的水平面上。

- 应使一根直径为 3.2 cm、一端呈半球形、质量为 6 kg 的棒自由下落并沿竖直方向正好落在试样最薄弱部分的中心部位。这样,若贯穿深度足够深,则包容系统受到冲击。该棒不得因进行试验而显著变形。
- 所测棒的下端至试样的上表面预计的冲击点的下落高度应是 1 m。

#### 8.5.6 装液体和气体的 A 型货包的附加试验

用一个或几个单个试样经受下述每一项试验。如果能证明试样的某项试验比其他项试验更为苛刻,则试样只需经受更为苛刻的试验。

- 自由下落试验:试样应下落在靶上,以使货包包容受到最严重的损坏。从试样的最低点至靶的上表面的高度应是 9 m。该靶应满足 8.5.3 规定的要求。
- 贯穿试验:试样应经受 8.5.5.6 规定的试验,但下落高度应从 8.5.5.6b) 所规定的 1 m 增至 1.7 m。

#### 8.5.7 验证经受运输事故条件能力的试验

8.5.7.1 试样应依次经受 8.5.7.2 和 8.5.7.3 规定的试验的累积效应的考验。继这些试验后,该试样或者另一个试样还应经受 8.5.7.4 和必要时经受 8.5.8 规定的水浸没试验的考验。

8.5.7.2 力学试验:力学试验包括三种不同的下落试验。每一试样都应经受 7.8.7 或 7.11.7 规定的相应可适用的自由下落试验。试样经受各种自由下落试验的次序应遵循这样的原则,即在完成力学试验后,试样所受的损坏将导致试样在后继的耐热试验中会受到最严重的损坏。

- 自由下落试验 I,试样应自由下落在靶上,以使试样受到最严重的损坏,而从试样的最低点至靶的上表面高度应是 9 m。该靶应满足 8.5.3 规定的要求。
- 自由下落试验 II,试样应自由下落在牢固地直立在靶上的一根棒上,以使试样受到最严重的损坏。从试样的预计冲击点至棒的端面高度应是 1 m。该棒应由直径为  $(15.0 \pm 0.5)$  cm、长度为 20 cm 的圆形实心低碳钢制成,如果更长的棒会造成更严重的损坏,应采用一根足够长的棒。棒的顶端应是平坦而又水平的,其边缘呈圆角,圆角半径不大于 6 mm。装有棒的靶应满足 8.5.3 规定的要求。
- 自由下落试验 III,试样应经受动态压碎试验,即把试样置于靶上,让 500 kg 重的物体从 9 m 高处自由下落至试样上,使试样受到最严重的损坏。该重物应是一块 1 m×1 m 的实心低碳钢板,并应以水平状态下落。下落高度应是从该板底面至试样最高点的距离。搁置试样的靶应满足 8.5.3 规定的要求。

8.5.7.3 耐热试验:试样在经受放射性内容物在货包内所产生的最大设计的内释热率和在表 11 中所规定的太阳曝晒条件下,在环境温度为 38℃ 时仍处于热平衡状态。此外,允许这些参数在试验前和在试验期间具有不同的值,但在随后评定货包响应曲线时予以考虑。

然后耐热试验包括:

- a) 使试样暴露在热环境中 30 min,该热环境提供的热流密度至少相当于在完全静止的环境条件下烃类燃料/空气火焰的热流密度,以给出最小平均火焰发射系数为 0.9,平均温度至少为 800℃,试样完全被火焰所吞没,使表面吸收系数为 0.8 或采用货包暴露在所规定的火焰中其实际具有的吸收系数值;
- b) 使试样经受放射性内容物在货包内所产生的最大设计内释热率和在表 11 中所规定的太阳曝晒条件下,暴露在 38℃ 环境温度中足够长的时间,以保证试样各部位的温度降至或接近初始稳定状态。此外,允许这些参数在加热停止后具有不同的值,但在随后评定货包响应曲线时予以考虑。

在试验期间和试验后,不得人为地冷却试样,并且应允许试样的材料自然燃烧。

8.5.7.4 水浸没试验:应使试样在水深至少 15 m 并会导致最严重损坏的状态下浸没不少于 8 h。为了论证的目的,应认为至少 150 kPa 的外部表压即可满足这些条件。

#### 8.5.8 含有超过 $10^5 A_2$ 的 B(U)型货包和 B(M)型货包以及 C 型货包的强化水浸没试验

强化水浸没试验:应使试样在水深至少 200 m 处浸没不少于 1 h。为了论证的目的,应认为至少 2 MPa 的外部表压即可满足这些条件。

#### 8.5.9 易裂变材料货包的水泄漏试验

8.5.9.1 根据 7.11.5~7.11.7 的规定进行评定已假设水渗入或泄出的程度能导致最大反应性的货包不必经受此项试验。

8.5.9.2 试样在经受 8.5.9.3 规定的水泄漏试验之前应经受 7.11.7 所要求的在 8.5.7.2b)和 a)或 8.5.7.2b)和 c)规定的试验,以及 8.5.7.3 规定的试验。

8.5.9.3 应使试样处在水深至少 0.9 m 并预期会引起最严重泄漏的状态下浸没不少于 8 h。

#### 8.5.10 C 型货包的试验

8.5.10.1 试样应依照规定的次序经受下述每种试验:

- a) 8.5.7.2a)、8.5.7.2c)、8.5.10.2 和 8.5.10.3 规定的各种试验;
  - b) 8.5.10.4 规定的试验。
- a)和 b)的试验允许采用不同的试样。

8.5.10.2 击穿/撕裂试验:试样应经受低碳钢制实心棒的损坏效应试验。该实心棒至试样表面的取向应是在经受了 8.5.10.1a)规定的各种试验后能造成最严重损坏的取向。

- a) 对质量小于 250 kg 货包,应把货包试样置于靶上并经受从预计冲击点上方 3 m 高处自由下落的质量为 250 kg 试验用棒的撞击。对于这种试验,试验用棒应是一根直径为 20 cm 的圆柱形棒,其冲击端为正圆锥体:高 30 cm 和顶端直径 2.5 cm,且边缘呈圆角,圆角半径不大于 6 mm。安置试样的靶应符合 8.5.3 的规定;
- b) 对于质量等于或大于 250 kg 的货包,试验用棒的底部应该置于靶上,并且试样应自由下落在试验用棒上。从试样的冲击点至试验用棒上表面的高度应是 3 m。对于这种试验,试验用棒应具有如上述 a)项规定的同样特性和尺寸,但试验用棒的长度和质量可以不同,只要能使试样受到最严重的损坏。放有试验用棒底部的靶应符合 8.5.3 的规定。

8.5.10.3 强化耐热试验:该试验的条件应符合 8.5.7.3 的规定,但在热环境中暴露的时间应是 1 h。

8.5.10.4 撞击试验:试样应该经受能将其造成最严重损坏的取向和不少于 90 m/s 的速度冲击靶件,该靶件应符合 8.5.3 的规定,但靶面的取向不限,只要求与撞击方向垂直。

## 9 审批和管理要求

### 9.1 概述

9.1.1 对不需要有关主管部门颁发批准证书的货包设计,托运人应按要求向有关负责检查的主管部门提供表明该货包设计符合所有可适用要求的文件证据。

9.1.2 应经有关主管部门审批的事项如下:

- a) 下述诸项的设计:
  - 1) 特殊形式放射性物质(见 9.2 和 9.4.3);
  - 2) 低弥散放射性物质(见 9.2);
  - 3) 装有等于或大于 0.1 kg 的六氟化铀的货包(见 9.3.1);
  - 4) 装有易裂变材料的所有货包,除 7.11.2 所述的货包外(见 9.3.4);
  - 5) B(U)型货包和 B(M)型货包(见 9.3.2 和 9.3.3);
  - 6) C 型货包(见 9.3.2);
- b) 特殊安排(见 9.6);
- c) 某些装运(见 9.5);
- d) 特殊用途船舶的辐射防护大纲(见 6.14.5.2a));
- e) 表 1 未列出的放射性核素值的计算(见 5.2)。

### 9.2 特殊形式放射性物质和低弥散放射性物质的审批

9.2.1 特殊形式放射性物质和低弥散放射性物质的设计应得到有关主管部门的批准。当涉及国际运输时,低弥散放射性物质的设计还应经多方批准。这两种设计申请书应包括:

- a) 放射性物质的详细描述,若所描述的是密封件,则是对内容物的详细描述;应特别说明其物理和化学形态;
- b) 拟使用的密封件设计的详细陈述;
- c) 已进行的试验及其结果的陈述,或基于多种计算方法用以表明放射性物质能符合性能标准的证据,或用以表明特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质能满足本标准可适用要求的其他证据;
- d) 按 4.3 所要求的可适用质量保证大纲的详细说明;
- e) 对用于装有特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的托运货物装运前建议的行动。

9.2.2 主管部门应颁发批准证书,以说明所批准的设计能满足对特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的各项要求,并应赋予该设计一个识别标记。

### 9.3 货包设计的审批

#### 9.3.1 六氟化铀货包的设计审批

- a) 装有等于或大于 0.1 kg 的六氟化铀货包的设计应得到有关主管部门批准,对 2000 年 12 月 31 日后且在 2003 年 12 月 31 日前设计的只满足 7.6.4 要求的货包,当涉及国际运输时应经多方批准;
- b) 请求批准的申请书应包括让主管部门相信所必需的能证明设计符合 7.6.1 的要求的所有资料,以及按 4.3 要求的可适用的质量保证大纲的详细说明;
- c) 主管部门应颁发批准证书,以说明被批准的设计已满足 7.6.1 的要求,并应赋予该设计一个识别标记。

#### 9.3.2 B(U)型货包和 C 型货包设计的审批

9.3.2.1 每种 B(U)型货包和 C 型货包的设计均应得到有关主管部门批准,涉及下述情况的国际运输还应经多方批准:

- a) 要求符合 9.3.4 规定的易裂变材料的货包设计;

b) 低弥散放射性物质的 B(U)型货包设计。

#### 9.3.2.2 请求批准的申请书应包括：

- a) 所提出的放射性内容物的详细描述,并说明其物理和化学形态以及所发射射线的特性；
- b) 设计的详细描述,包括整套工程图纸、材料清单和制作方法；
- c) 证明该设计足以满足可适用要求的已进行的试验及其结果的陈述,或基于多种计算方法的证据或其他证据；
- d) 对包装使用提出的操作和维护规程；
- e) 包容系统制造材料的说明、拟取的样品和拟进行的试验(当需要把货包设计成具有超过 100 kPa表压的最大正常工作压力时)；
- f) 对经过辐照的核燃料货包的设计,申请者应陈述与该燃料的特性有关的安全分析方面的假设并证明这些假设是正当的,描述 7.11.3.2b)所要求的装运前的测量情况；
- g) 在考虑拟使用的各种运输方式和运输工具或货物集装箱的类型情况下,为保证货包安全散热所需的在堆放方面的所有特殊规定；
- h) 一张用于表明货包构造的尺寸不大于 21 cm×30 cm 的示意图；
- i) 按 4.3 要求的质量保证大纲的详细说明。

9.3.2.3 主管部门应颁发批准证书,以说明经批准的设计能满足对 B(U)型货包或 C 型货包的要求,并应赋予该设计一个识别标记。

#### 9.3.3 B(M)型货包设计的审批

9.3.3.1 每个 B(M)型货包的设计,包括那些还要求符合 9.3.4 规定的易裂变材料货包的设计和低弥散放射性物质货包的设计均应得到有关主管部门批准,涉及国际运输还应经多方批准。

9.3.3.2 请求 B(M)型货包设计批准的申请书,除应包括 9.3.2.2 对 B(U)型货包所要求的资料外,还应包括：

- a) 说明该货包不符合 7.7.5、7.8.4、7.8.5 和 7.8.8~7.8.15 条规定要求的清单；
- b) 本标准中通常未作规定的,但为确保货包安全或为弥补上述 a)所列的不足而建议在运输期间有必要施行的附加操作管理措施；
- c) 关于运输方式的限制和特殊的装载、运载、卸载或操作程序的陈述；
- d) 预期在运输期间会遇到的并在设计中业已考虑的环境条件范围(温度、太阳照射)。

9.3.3.3 主管部门应颁发批准证书,以说明经批准的设计能满足对 B(M)型货包的适用要求,并应赋予该设计一个识别标记。

#### 9.3.4 易裂变材料货包设计的审批

9.3.4.1 每种易裂变材料货包的设计均应得到有关主管部门的批准,涉及国际运输的还要求多方批准,而根据 7.11.2 的规定,可以作为例外货包的除外。

9.3.4.2 请求批准的申请书应包括让主管部门相信该设计能满足 7.11.1 的各项要求所必需的全部资料和 4.3 要求的适用的质量保证大纲的详细说明。

9.3.4.3 主管部门应颁发批准证书,以说明经批准的设计能满足 7.11.1 各项要求,并应赋予该设计一个识别标记。

#### 9.4 顺序编号的通报和注册

应将按照 9.3.2.1、9.3.3.1 和 9.3.4.1 等批准的某一设计所制造的每个包装的顺序编号通报主管部门备案。

#### 9.5 装运的审批

装运放射性物质必须得到国家有关主管部门的批准。

9.5.1 当涉及国际运输时,下述事项应经多方批准：

- a) 不符合 7.7.5 要求的或设计成受控间歇通风的 B(M)型货包的装运；

- b) 装有放射性活度大于  $3\ 000A_1$  或  $3\ 000A_2$ , 或者大于  $1\ 000\ \text{TBq}$ (以两者中较小者为准)的放射性物质的 B(M)型货包的装运;
- c) 装有易裂变材料的货包在货包的临界安全指数总和超过 50 时的装运;
- d) 依据 6.14.5.2a)规定供特殊用途船舶装运用的辐射防护大纲。

9.5.2 根据设计批准证书中规定的设计和装运批准证书合二为一的一项特殊条款(见 9.7.1),主管部门可在没有装运批准书的情况下批准那种抵达或途经我国的运输。

9.5.3 请求批准装运的申请书应包括:

- a) 请求批准的与装运有关的期限;
- b) 实际的放射性内容物、预期的运输方式、运输工具的类型以及可能经由的或所建议的运输路线;
- c) 依据 9.3.2.3、9.3.3.3 和 9.3.4.3 的规定颁发的货包设计的批准证书提及的预防措施以及行政管理或操作管理措施如何付诸实施的细节。

9.5.4 装运一经批准,主管部门就应颁发批准证书。

9.6 特殊安排下的装运审批

9.6.1 在特殊安排下国际间运输的每件托运货物均应经多方批准。

9.6.2 请求特殊安排下装运批准的申请书应包括足够的资料,以便让主管部门相信运输的总体安全水平至少能达到满足本标准全部可适用要求的安全水平。该申请书还应包括:

- a) 托运货物在哪些方面不能完全符合这些可适用要求及其理由的陈述;
- b) 为了弥补未能满足可适用要求之不足而在运输期间拟采取的任何特殊预防措施或者特殊行政管理或操作管理措施的陈述。

9.6.3 特殊安排下的装运一经批准,主管部门就应颁发批准证书。

9.7 主管部门的批准证书

9.7.1 主管部门可以颁发下述五种批准证书:特殊形式放射性物质、低弥散放射性物质、特殊安排、装运以及货包设计的批准证书。货包设计的批准证书和装运的批准证书亦可合二为一。

9.7.2 主管部门应为其颁发的每份批准证书指定一个识别标记。这种标记应采用下述通用形式: VRI/编号/类型代号。

- a) 除去 9.7.3b)所述情况外, VRI 代表证书颁发国的国际车辆注册识别代号,见附录 A(资料性附录)的 A4。
- b) 编号应由主管部门指定,并且对于特定的设计或装运来说应是特有的和专用的。装运批准证书的识别标记与设计批准证书的识别标记之间的联系应十分清楚。
- c) 应按所列次序使用下述类型代号,以表示所颁发的批准证书的类型:
  - 1) AF: 易裂变材料的 A 型货包设计;
  - 2) B(U): B(U)型货包设计[若是易裂变材料,则为 B(U)F 型];
  - 3) B(M): B(M)型货包设计[若是易裂变材料,则为 B(M)F 型];
  - 4) C: C 型货包设计[若是易裂变材料,则为 CF 型];
  - 5) IF: 易裂变材料的工业货包设计;
  - 6) S: 特殊形式放射性物质;
  - 7) LD: 低弥散放射性物质;
  - 8) T: 装运;
  - 9) X: 特殊安排。

非易裂变材料或例外的易裂变六氟化铀的货包设计,在不使用上述代号时,应使用下述类型代号:

- H(U) 单方批准
- H(M) 多方批准

- d) 对于货包设计和特殊形式放射性物质的批准证书,以及对于低弥散放射性物质的批准证书将符号“-96”加在类型代号的后面。

### 9.7.3 应按下述方式使用这些类型代号:

- a) 每份设计批准证书和每个货包均应标有由上述 9.7.2a)、b)、c)和 d)规定的符号组成的相应识别标记。此外,对于标在货包上的识别标记的第二条斜线之后仅需标上可适用的设计类型代号,必要时,还可加上符号“-96”,而不应标上“T”或“X”,仅对运输批准证书应在类型代码或年代数字后标上“T”或“X”。在设计批准证书和装运批准证书合二为一时,不需要重复可适用的类型代号。代号示例见附录 A(资料性附录)的 A.1。
- b) 需要根据 9.9 取得多方批准生效的货包,在批准证书的批准生效栏里首先应先使用原设计国或原装运国指定的识别标记。在一系列国家相继颁发证书使多方批准生效时,每份证书均应标上相应批准国的识别标记,并且应在已批准设计的货包上标各种相应的识别标记。举例见附录 A(资料性附录)的 A.2。
- c) 应在证书的识别标记后面用括号形式表示证书的修订。举例见附录 A(资料性附录)的 A.3。证书修订编号只能由颁发原批准证书的国家颁发。
- d) 附加的符号可以加在识别标记末尾的括号内。
- e) 在修订设计证书时,不必每次都改变包装上的识别标记。当涉及货包设计识别标记第二道斜线后面的字母类型代号的更改时,则需重新标记。

## 9.8 批准证书的内容

### 9.8.1 特殊形式放射性物质和低弥散放射性物质的批准证书

主管部门为特殊形式放射性物质和低弥散放射性物质颁发的每份批准证书均应包括下述资料:

- a) 证书类型;
- b) 主管部门指定的识别标记;
- c) 颁发日期和失效日期;
- d) 可适用的国家标准和法规及国际规则的附表;
- e) 特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的标识;
- f) 特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的描述;
- g) 特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质的设计说明书,其中可包括图纸的附加说明;
- h) 放射性内容物的详细说明,包括放射性活度,还包括物理和化学形态;
- i) 对 4.3 所要求的质量保证大纲的详细说明;
- j) 申请者提供的关于装运前采取的专门措施的资料的说明;
- k) 申请者身份的说明(若主管部门认为有必要);
- l) 批准负责人的签字和职务。

### 9.8.2 特殊安排的批准证书

主管部门为特殊安排颁发的每份批准证书均应包括下述资料:

- a) 证书类型;
- b) 主管部门指定的识别标记;
- c) 颁发日期和失效日期;
- d) 运输方式;
- e) 对运输方式、运输工具的类型和货物集装箱的限制以及必要的运输路线的说明;
- f) 可适用的国家标准和法规及国际规则的附表;
- g) 声明:“本证书并不免除托运人应遵守所运输货包途经国或抵达国政府所规定的任何要求的责任”;
- h) 在主管部门认为必要时,提供可参考的放射性内容物的证书、其他主管部门的批准证书或者

附加的技术数据或资料；

- i) 依据图纸或设计规格书对包装的描述。若主管部门认为有必要,则还应提供一张用以表明货包构造尺寸不大于 21 cm×30 cm 的示意图,并附上对包装(包括制造材料、总质量、一般外形尺寸和外观)的扼要说明；
- j) 所批准的放射性内容物的简要说明,包括那些也许不能从包装的特征明显看出的对放射性内容物的任何限制的简要说明。该说明应包括放射性内容物的物理和化学形态、所涉及的放射性活度(必要时,包括各种同位素的放射性活度)、以克为单位表示的质量(就易裂变材料而言)以及是否为特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质(必要时)；
- k) 对于易裂变材料货包还应包括：
  - 1) 所批准的放射性内容物的详细描述；
  - 2) 临界安全指数值；
  - 3) 对论证内容物临界安全的文件说明；
  - 4) 在临界评价中所假设某些空隙不存有水所依据的任何特殊性质；
  - 5) 根据实际的辐照经历在临界评定中所假设的中子增殖改变的任何裕量(基于 7.11.3.2b))；
  - 6) 批准特殊安排所依据的环境温度范围。
- l) 托运货物的准备、装载、运载、卸载和搬运所需的补充操作管理措施的详细清单,包括为安全散热所作的任何特殊的堆放规定；
- m) 特殊安排的理由(若主管部门认为有必要)；
- n) 对特殊安排下的装运拟采取的补偿措施的说明；
- o) 申请者提供的关于包装的使用或关于装运前拟采取的特殊措施的资料的说明；
- p) 关于为设计所假设的环境条件的陈述(若这些条件与 7.8.4、7.8.5 和 7.8.15 规定的环境条件不一致时,可酌情作出说明)；
- q) 主管部门认为必要的任何应急安排；
- r) 对 4.3 所要求的质量保证大纲的详细说明；
- s) 申请者的身份和承运人的身份的说明(若主管部门认为有必要)；
- t) 批准负责人的签字和职务。

### 9.8.3 装运的批准证书

主管部门为装运颁发的每份批准证书均应包括下述资料：

- a) 证书类型；
- b) 主管部门指定的识别标记；
- c) 颁发日期和失效日期；
- d) 可适用的国家标准和法规及国际规则的附表；
- e) 对运输方式、运输工具的类型和货物集装箱的限制以及必要的运输路线的指示；
- f) 声明：“本证书并不免除托运人应遵守所运输货包途经国或抵达国政府所规定的任何要求的责任”；
- g) 托运货物的准备、装载、运载、卸载和搬运所需的任何补充操作管理措施的详细清单,包括为安全散热或维持临界安全所作的任何特殊的堆放规定；
- h) 申请者提供的关于装运前拟采取的特殊措施的资料的说明；
- i) 可适用的设计批准证书的说明；
- j) 实际所装的放射性内容物的简要说明,包括那些也许不能从包装的特征明显看出的对放射性内容物的任何限制的简要说明。该说明应包括放射性内容物的物理和化学形态,所涉及的总放射性活度(必要时包括各种同位素的放射性活度),以克为单位表示的质量(就易裂变材料而



言)以及是否为特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质(必要时);

- k) 有关主管部门认为必要的任何应急安排;
- l) 对 4.3 所要求的可适用质量保证大纲的详细说明;
- m) 申请者的身份说明(若主管部门认为有必要);
- n) 批准负责人的签字和职务。

#### 9.8.4 货包设计的批准证书

主管部门为货包设计颁发的每份批准证书均应包括下述资料:

- a) 证书类型;
- b) 主管部门指定的识别标记;
- c) 颁发日期和失效日期;
- d) 对运输方式的限制(必要时);
- e) 可适用的国家标准和法规及国际规则的附表;
- f) 声明:“本证书并不免除托运人应遵守所运输货包途经国或抵达国政府所规定的任何要求的责任”;
- g) 主管部门认为必要时,提供可参考的放射性内容物的证书、其他主管部门的批准书或者附加的技术数据或资料;
- h) 如认为有必要,给出依据 9.6.1 规定的要求对批准装运所进行的审批的陈述;
- i) 包装的标识;
- j) 依据图纸或设计规格书对包装的描述。若主管部门认为有必要,还应提供一张用以表明货包构造尺寸不大于 21 cm×30 cm 的示意图,并附有包装(包括制造材料、总质量、一般外形尺寸和外观)的扼要说明;
- k) 依据图纸对设计的详细说明;
- l) 所批准的放射性内容物的简要说明,应包括那些也许不能从包装的特征明显看出的对放射性内容物的任何限制的简要说明。该说明应包括放射性内容物的物理和化学形态,放射性活度(必要时,包括各种同位素的放射性活度),以克为单位表示的质量(仅对易裂变材料)以及是否为特殊形式放射性物质或低弥散放射性物质(必要时);
- m) 对于易裂变材料的货包还应包括:
  - 1) 所批准的放射性内容物的详细说明;
  - 2) 临界安全指数值;
  - 3) 对论证内容物临界安全的文件说明;
  - 4) 在临界评价中所假设的某些空隙不存有水所依据的任何特殊性质;
  - 5) 在依据实际的辐照经历对临界评定时,假设的中子增殖改变的裕量(基于 7.11.3.2b));
  - 6) 批准货包设计所依据的环境温度范围。
- n) 对于 B(M)型货包,就货包不符合 7.7.5、7.8.4、7.8.5 和 7.8.8~7.8.15 中的某些规定所作的陈述,以及对其他主管部门可能有用的补充资料;
- o) 托运货物的准备、装载、运载、卸载和搬运所需的补充操作管理措施的详细清单,包括为安全散热所作的特殊堆放规定;
- p) 申请者提供的关于包装的使用或关于装运前拟采取措施的资料的说明;
- q) 关于为设计所假定的环境条件的陈述(若这些条件与 7.8.4、7.8.5 和 7.8.15 规定的环境条件不一致时,可酌情作出说明);
- r) 对 4.3 所要求的质量保证大纲的详细说明;
- s) 主管部门认为必要的应急安排;
- t) 申请者的身份说明(若主管部门认为有必要);

u) 批准负责人的签字和职务。

#### 9.9 证书的生效

批准证书的有效期限由主管部门签发时确定。

对抵达或途经我国的需多方批准的境外货包可通过认可原设计国或原装运国的主管部门所颁发的原始证书来完成。主管部门的这种认可可以采取在原始证书上批注的形式或颁发单独的附件、附录、附页等形式来实现。

**附 录 A**  
(资料性附录)  
**识别标记举例**

**A.1 货包识别标记示例**

A.1.1 A/132/B(M)F-96:须经多方批准的易裂变材料的 B(M)型货包设计,奥地利的主管部门为该设计指定的设计编号是 132(既标在货包上,也标在货包设计的批准证书上);

A.1.2 A/132/B(M)F-96T:为标有上述识别标记的货包颁发的装运批准证书(仅标在该证书上);

A.1.3 A/137/X:奥地利主管部门颁发的特殊安排批准证书,该部门为其指定的编号是 137(仅标在该证书上);

A.1.4 A/139/IF-96:奥地利主管部门批准的易裂变材料的工业货包设计,该部门为该货包设计指定的编号是 139(既标在货包上,也标在货包设计的批准证书上);

A.1.5 A/145/H(U)-96:奥地利主管部门批准的例外的易裂变六氟化铀的货包设计,该部门为该货包设计指定的编号是 145(既标在货包上,也标在货包设计的批准证书上)。

**A.2 多方批准识别标记示例**

A/132/B(M)F-96

CH/28/B(M)F-96

最初由奥地利批准、随后由瑞士通过颁发单项证书所批准的某一货包的识别标记。附加的识别标记将以类似的方式标在货包上。

**A.3 证书修订识别标记示例**

如 A/132/B(M)F-96(Rev. 2)表示奥地利颁发的货包设计的批准证书的第二修订版;或者 A/132/B(M)F-96(Rev. 0)表示奥地利颁发的货包设计的批准证书的初版。对于初版,括号内的词是可选的,也可用诸如“初次发行”等其他的词来代替“初版”。

**A.4 各国的 VRI 代号**

VRI 代表各国的国际车辆注册识别代号,见表 A.1。

**表 A.1 部分国家的 VRI 代号**

国 家	识别代号
阿富汗(Afghanistan)	AFG
阿尔巴尼亚(Albania)	AL
阿尔及利亚(Algeria)	DZ
安哥拉(Angola)	AO
阿根廷(Argentina)	RA
亚美尼亚(Armenia)	AM <sup>o</sup>
澳大利亚(Australia)	AUS
奥地利(Austria)	A
孟加拉国(Bangladesh)	BD
白俄罗斯(Belarus)	BEL
比利时(Belgium)	B
贝宁(Benin)	DY

表 A. 1(续)

国 家	识别代号
玻利维亚(Bolivia)	BOL
波黑(Bosnia & Herzegovina)	BIH
巴西(Brazil)	BR
保加利亚(Bulgaria)	BG
布基纳法索(Burkina Faso)	BF
柬埔寨(Cambodia)	K
喀麦隆(Cameroon)	CM
加拿大(Canada)	CDN
智利(Chile)	RCH
中华人民共和国(China, People's Republic of)	CN
哥伦比亚(Colombia)	CO
哥斯达黎加(Costa Rica)	CR
科特迪瓦(Cote d'Ivoire)/象牙海岸(Ivory Coast)	CI
克罗地亚(Croatia)	HR
古巴(Cuba)	C
塞浦路斯(Cyprus)	CY
捷克(Czech Republic)	CZ
民主柬埔寨(Democratic Kampuchea <sup>b</sup> )	KH <sup>a</sup>
刚果民主共和国(Democratic Republic of the Congo)	RCB
丹麦(Denmark)	DK
多米尼加共和国(Dominican Republic)	DOM
厄瓜多尔(Ecuador)	EC
埃及(Egypt)	ET
萨尔瓦多(El Salvador)	ES
爱沙尼亚(Estonia)	EW
埃塞俄比亚(Ethiopia)	ETH
芬兰(Finland)	FIN
法国(France)	F
加蓬(Gabon)	GA
格鲁吉亚(Georgia)	GE <sup>a</sup>
德国(Germany)	D
加纳(Ghana)	GH
希腊(Greece)	GR
危地马拉(Guatemala)	GCA
海地(Haiti)	RH
梵蒂冈(Holy See/Vatican)	VA
匈牙利(Hungary)	H
冰岛(Iceland)	IS
印度(India)	IND
印度尼西亚(Indonesia)	RI
伊朗(Iran, Islamic Republic of)	IR
伊拉克(Iraq)	IRQ
爱尔兰(Ireland)	IRL
以色列(Israel)	IL
意大利(Italy)	I
牙买加(Jamaica)	JA

表 A. 1(续)

国 家	识别代号
日本(Japan)	J
约旦(Jordan)	HKJ
哈萨克斯坦(Kazakhstan)	KK
肯尼亚(Kenya)	EAK
朝鲜(Korea, Democratic People's Republic of)	KP
韩国(Korea, Republic of)	ROK
科威特(Kuwait)	KWT
拉脱维亚(Latvia)	LV
黎巴嫩(Lebanon)	RL
利比里亚(Liberia)	LB
利比亚(Libya)	LAR
列支敦士登(Liechtenstein)	FL
立陶宛(Lithuania)	LT
卢森堡(Luxembourg)	L
马达加斯加(Madagascar)	RM
马来西亚(Malaysia)	MAL
马里(Mali)	RMM
马耳他(Malta)	M
马绍尔群岛(Marshall Islands)	PC
毛里求斯(Mauritius)	MS
墨西哥(Mexico)	MEX
摩纳哥(Monaco)	MC
蒙古(Mongolia)	MN
摩洛哥(Morocco)	MA
缅甸(Myanmar)	BUR
纳米比亚(Namibia)	SWA
荷兰(Netherlands)	NL
新西兰(New Zealand)	NZ
尼加拉瓜(Nicaragua)	NIC
尼日尔(Niger)	RN
尼日利亚(Nigeria)	WAN
挪威(Norway)	N
巴基斯坦(Pakistan)	PAK
巴拿马(Panama)	PA
巴拉圭(Paraguay)	PY
秘鲁(Peru)	PE
菲律宾(Philippines)	RP
波兰(Poland)	PL
葡萄牙(Portugal)	P
卡塔尔(Qatar)	QA
摩尔多瓦共和国(Republic of Moldova)	MOL
罗马尼亚(Romania)	R
俄罗斯(Russian Federation)	RU
沙特阿拉伯(Saudi Arabia)	SA
塞内加尔(Senegal)	SN
塞拉利昂(Sierra Leone)	WAL

表 A.1(续)

国 家	识别代号
新加坡(Singapore)	SGP
斯洛伐克(Slovakia)	SK
斯洛文尼亚(Slovenia)	SLO
南非(South Africa)	ZA
西班牙(Spain)	E
斯里兰卡(Sri Lanka)	CI
苏丹(Sudan)	SUD
瑞典(Sweden)	S
瑞士(Switzerland)	CH
叙利亚(Syrian Arab Republic)	SYR
泰国(Thailand)	T
前南马其顿(the Former Yugoslav Republic of Macedonia)	MK
突尼斯(Tunisia)	TN
土耳其(Turkey)	TR
乌干达(Uganda)	EA
乌克兰(Ukraine)	UA
阿拉伯联合酋长国(United Arab Emirates)	SV
英国(United Kingdom)	GB
坦桑尼亚(United Republic of Tanzania)	EAT
美国(United States of America)	USA
乌拉圭(Uruguay)	U
乌兹别克斯坦(Uzbekistan)	US
委内瑞拉(Venezuela)	YV
越南(Viet Nam)	VN
也门(Yemen)	YE
南斯拉夫联盟共和国 <sup>c</sup> (Yugoslavia, Federal Republic of)	YU
赞比亚(Zambia)	Z
津巴布韦(Zimbabwe)	ZW

a 没有 VRI 代号,给出的是国际标准化组织规定的代号。

b 柬埔寨以前叫做民主柬埔寨。

c 现已更名为塞尔维亚和黑山。

# GBZ

## 中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 167—2005

---

### 放射性污染的物料解控和场址 开放的基本要求

Basic regulation for clearance of materials and release of sites  
contaminated with radioactivity

2005-03-17 发布

2005-10-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 物料解控 .....	2
4.1 基本要求 .....	2
4.2 剂量限制 .....	2
4.3 放射性污染物料活度浓度导出通用解控水平 .....	2
5 场址开放 .....	3
5.1 基本要求 .....	3
5.2 剂量约束 .....	3
5.3 拟开放场址可接受水平 .....	4
6 解控和开放的实施 .....	4
附录 A (规范性附录) 应用于表面放射性污染的导出通用解控水平推荐值 .....	5
附录 B (规范性附录) 应用于活度浓度的导出通用解控水平推荐值 .....	7
附录 C (资料性附录) 固体物料取样的平均方法 .....	10
附录 D (规范性附录, 表 D. 1; 资料性附录, 表 D. 2) 残留放射性物质污染的场址开放的 可能性及拟开放场址土壤活度浓度可接受水平举例值 .....	11
参考文献 .....	12
表 A. 1 仅有表面放射性污染的物件导出通用解控水平推荐值, Bq/cm <sup>2</sup> .....	5
表 A. 2 供无条件解控的固体物料表面污染导出通用解控水平推荐值 (Bq/cm <sup>2</sup> ) .....	5
表 B. 1 所在单位每年固体废物量小于 3t 时物料活度浓度导出通用解控水平推荐值 .....	7
表 B. 2 核燃料循环产生的大量(年处置量从几十吨到上千吨)放射性污染固体废物活度 浓度导出通用解控水平推荐值 .....	8
表 B. 3 年回收利用量设定为 100t 的钢铁和铝材再循环、再利用物料的污染导出 通用解控水平 (Bq/g) .....	8
表 D. 1 残留放射性物质污染的场址开放的可能性 .....	11
表 D. 2 基于 0.1mSv/a 年剂量约束值而导出的拟开放场址土壤活度浓度 可接受水平举例值 (Bq/g) .....	11



## 前 言

本标准第4章第4.1,4.2和4.4条以及第5章第5.1和5.2条为强制性的,其余为推荐性的。

清洁解控是辐射源安全管理过程的一个重要环节。现行的国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)(以下简称《基本标准》)第4.2.5条已经指出,已通知或已获准实践中的源(包括物质、材料和物品),如果经确认符合审管部门规定的清洁解控水平,则经审管部门认可可以不再遵循本标准的要求,即可以将其解控。

将可以解控的源从审管体系中解脱出来,对于资源(包括源项的可利用性资源以及实施控制所需的人力物力资源)的充分利用有重要意义。

对经环境整治后被污染场址的获准开放,有利于这些场址的重新开发或利用,促进国民经济的持续发展。此时,应依据合理选定的剂量约束值,并遵循“区别对待,因地制宜,逐例分析”的原则,制订开放给定场址专用的可接受水平,以保护公众和环境的长期安全。

本标准的附录A和附录B为规范性附录,附录C和附录D为资料性附录。

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准起草单位:军事医学科学院放射医学研究所。

本标准起草人:叶常青。

## 放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求

### 1 范围

本标准规定了受放射性核素污染的物料的通用解控水平和残留有放射性物质的拟开放场址可接受水平的基本要求。

本标准适用于已受审管控制的任何受放射性核素污染的物料(物件)、残留有放射性物质的场址以及其中的建筑物、设备。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 13367-92 辐射源和实践的豁免管理原则

GB 14500-2003 放射性废物管理规定

GB 17567-1998 核设施的钢铁和铝再循环再利用的清洁解控水平

GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

HJ53-2000 拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 放射性废物 radioactive waste

来自实践或干预的、预期不会再利用的废弃物(不管其物理形态如何),它含有放射性物质或被放射性物质所污染,并且其活度或活度浓度大于审管部门规定的清洁解控水平,在本标准中简称为废物。

在核设施退役和环境整治中产生的放射性水平很低、但略高于清洁解控水平的大量废物,称为极低放废物。低于清洁解控水平而可以免除审管控制的废物则为免管废物。

#### 3.2 退役 decommissioning

核设施使用期满或停役后为了保护公众和环境的长期安全而采取的管理和技术的行动。退役的目的是实现场址和/或设施的无限制的或有限制的开放或使用。

#### 3.3 再循环再利用 recycle and reuse

材料内部污染水平等于或低于审管部门规定的清洁解控水平的金属物料经审批并经熔炼后作为原材料再循环利用;表面污染的金属物料及设备,当其表面污染水平等于或低于标准给出的表面污染解控水平者经审批后可解控再利用。

#### 3.4 剂量约束 dose constraint

对源可能造成的个人剂量预先确定的一种限制,它是源相关的,被用作对所考虑的源进行防护和安全最优化时的约束条件。对于职业照射,剂量约束是一种与源相关的个人剂量值,用于限制最优化过程所考虑的选择范围。对于公众照射,剂量约束是公众成员从一个受控源的计划运行中接受的年剂量的上界。剂量约束所指的照射是任何关键人群组在受控源的预期运行过程中、经所有照射途径所接受的年剂量之和,对每个源的剂量约束应保证关键人群组所受的来自所有受控源的剂量之和保持在剂量限值以内。对于医疗照射,除医学研究受照人员或照顾受照患者的人员(工作人员除外)的防护最优化以外,剂量约束值应被视为指导水平。

### 3.5 豁免 exemptions

指实践和实践中的源经确认符合规定的豁免准则或水平,并经审管部门同意后不再需要按放射工作的要求实施管理。典型的豁免源包括科研中示踪用源、刻度源以及某些含少量放射性的消费品这样一些低活度源。在实施解控时,豁免原则扩展应用于回收再利用的物料及填埋处理的极低放废物。

### 3.6 解控 clearance

审管部门按规定解除对已批准进行的实践中的放射性材料、物品或废物的管理控制。当解控对象流向的最终目的地及其用途不能预先知晓时,所导出的解控水平属于无条件解控,低于此水平的待解控对象不需作进一步考虑,而“自动”地免除审管控制;此时,最可能的用途和目的地是再循环、再利用和浅表填埋,也用于协议国之间商品的跨国贸易。相反,其流向和用途预先十分清楚时,可按特定条件,采用最优化的方法,权衡各方面(社会、环境、经济)利弊,制订解控水平,此时,属于有条件解控。

### 3.7 解控水平 clearance levels

由审管部门规定的、以表面污染比活度、活度浓度和(或)总活度表示的值,辐射源的上述可测量值等于或低于该值时,可以不再受审管部门的审管。又称清洁解控水平。

### 3.8 可接受水平 acceptable levels

由审管部门规定的拟回公众开放的场址土壤中以活度浓度表示的剩余放射性通过辐射防护最优化而选定的水平,待评估的场址土壤中活度浓度低于此水平时,方可解除控制,开放利用。

### 3.9 固体物料 solid materials

系指来源于可控制的实践,包括在核燃料循环中产生的废物、供在境内或有协议的境外地区再循环再利用的物料,以及在医院、研究机构和工业中产生的核技术应用放射性废物;它不包括密封源、污染的土地和建筑物以及可能用作食品的物料;也不是指意外事故或以往未受管情况下产生的放射性物质,以及未经人工浓集的天然放射性物质。

### 3.10 受放射性污染的场址 sites contaminated with radioactivity

是指已受到放射性核素污染的任何设施、设备或散在分块的土地,或任何建(构)筑物,或任何地下或地面的水体。在一个实体内几个分散的部分受到放射性污染时,此实体被视为一个场址。

## 4 物料解控

### 4.1 基本要求

要解除放射性污染物料的审管控制,其基本要求与豁免的一般准则相同,即:

- (a) 对个人造成的辐射风险足够低,不需要由审管部门进行审管;
- (b) 所产生的集体辐射影响足够低,在通常情况下不值得进行审管;
- (c) 具有固有的安全性,不可能出现导致上述要求(a)和(b)不能满足的情况。

### 4.2 剂量限制

如果经审管部门确认在任何实际可能的情况下均能满足下列剂量限制,则可不作更进一步考虑,对受管的物料实施无条件解控:

- (a) 待解控的固体物料使任何公众成员一年内所受的有效剂量预计为  $10\mu\text{Sv}$  量级或更小;
- (b) 被解控的物料一年内所引起的集体有效剂量不大于约  $1\text{人}\cdot\text{Sv}$ ,或防护的最优化评价已表明解控是最优选择。

### 4.3 放射性污染物料活度浓度导出通用解控水平

4.3.1 导出通用清洁解控水平系按照典型条件(情景、模式、参数)由第 4.2 条给出的剂量限制值而导出的可测量值,属于无条件解控水平或通用解控水平;当照射条件明显地不同于典型情况时,依特定条件推导出的解控水平属有条件解控水平或特定解控水平。在实际使用时,必须贯彻“区别对待、因地制宜、逐例分析”的原则。当与设定的典型条件相符或基本相符时,则推荐采用导出通用解控水平;当明显偏离设定的典型条件时,经审管部门审批同意后,依特定条件将推荐值修正为特定的解控水

平来实施解控。

如果解控水平被超过,应该根据较仔细的最优化分析,或者从除了辐射防护方面以外的理由来说是正当的,则解控仍然是合适的;另一方面,甚至第4.2条的剂量限制均能达到,也可能由于非辐射方面的理由而不能批准解控,例如合适的质量保证系统没有到位。无论是通用的或特定的导出解控水平的采用,均需得到审管部门的批准。

4.3.2 物件表面放射性污染的通用解控水平:仅有表面放射性污染的物件导出通用解控水平推荐值列于附录A表A.1;供直接利用的固体物料表面污染导出通用解控水平推荐值列于附录A表A.2。

4.3.3 物料内部污染的通用解控水平:利用放射性核素的医学、工业及研究单位每年产生的固体废物量为3t以下者,物料活度浓度导出通用解控水平推荐值列于附录B表B.1。对于由核燃料循环中产生的大量低水平固体废物,其流向为填埋、焚烧、再循环或直接再利用时,此类物料的活度浓度导出通用解控水平推荐值列于附录B表B.2。

4.3.4 活化金属材料的通用解控水平:对于核设施内活化的钢铁或铝材,其质量活度浓度不超过附录B表B.3给出的导出解控水平时,此类物料可经熔炼、加工、制造和再使用,但不得应用于食品和医用行业。

4.3.5 物料受到多种核素污染时,可按公式(1)是否得到满足来判断该物料是否容许被解控。

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{i0}} \leq 1 \quad (1)$$

式中:

$C_i$ ——放射性核素*i*在所考虑的物料中的质量活度浓度(Bq/g);

$C_{i0}$ ——放射性核素*i*在此物料中的导出解控水平(Bq/g);

$n$ ——物料中放射性污染核素的种类数。

#### 4.3.6 监测计划

应该采用下列步骤,制定一个合适的监测计划;

(a) 将待解控物料(件)按照质材和来源分类,以便各类物料(件)尽可能是均匀的;

(b) 对样品进行分析,并考虑有关待解控物料(件)运行历史方面的所有的资讯来估计这些物料(件)的放射性核素谱。

#### 4.3.7 固体物料取样的规则

平均措施是解控系统不可缺少的一部分,须按照待放行的物料的类型而加以选用。由于不知道被放行物料的最终目的地,因而有可能导致已放行的物料切割后有的片块中的活度浓度显著高于导出解控水平。对小量物料采用平均方法可以减少这种可能,使取样结果具有代表性。实施平均措施的指南见附录C(资料性提示)。要求做到平均值小于导出解控水平,最高值小于10倍导出解控水平。

## 5 场址开放

### 5.1 基本要求

核设施退役或受污染的场址经整治后拟向开放时,其中的建筑物、设备必须满足解控要求,场址地面土壤中残存放射性物质的含量必须达到允许开放的水平,方可解除控制,开放利用。

场址开放可分为无限制开放和有限制开放两类。前者指不附加限制条件的开放,后者指在某些限制条件下的开放,其剂量约束值可适当放宽。

### 5.2 剂量约束

5.2.1 对由以往实践的残留放射性物质污染的场区或土地,在采取了清除和补救行动后实施场区土地的重新开放或利用时,应根据剂量约束值控制公众受持续照射的水平。

(a) 公众中关键人群组所受的附加年有效剂量应控制在0.1~0.3mSv/a,具体值可依据核设施和场址不同情况选用;

(b) 如果不存在其他照射的可能性,并且降低照射的经济代价太大,则在这种情况下经审管部门认可,可将剂量约束值放宽到  $1\text{mSv/a}$ 。

(c) 如果预期剂量超过  $1\text{mSv/a}$ ,并且为进一步减少持续照射而采取技术性措施的经济代价太大,则在这类情况下应采用行政干预手段对持续照射进行有组织的控制(减少照射途径)。

5.2.2 不同场址剂量约束值的选择,应该基于开放之后必须保证对现在和将来可能生活或工作在场址内或其附近的任何个人所产生的危险足够小的基本原则。在考虑开放类型、污染原因、污染土壤量、去污代价,以及其它因素的基础上,通过辐射防护最优化的方法来选定。剂量约束的使用不应取代最优化的要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限。

根据关键居民组一般成员可能受到的年有效剂量水平,残留放射性物质污染的场址开放的可能性见附录 D 表 D.1。

### 5.3 拟开放场址可接受水平

5.3.1 在确定剂量约束后,根据场址特点,分析照射途径(通常有地表外照射,食入与污染土壤有关的食物及饮水,吸入再悬浮微尘),合理选择剂量计算中各项参数(包括核素种类、污染范围、场址地质及水文条件、人体呼吸率及食品消费量、剂量换算因子等),可以求得场址特定的土壤中剩余放射性可接受水平。上述计算中也必须遵循“区别对待、因地制宜、逐例分析”的原则。

5.3.2 拟开放的场址,在设定  $0.25\text{mSv/a}$  剂量约束值及停留因子为 0.4(每年 3 500 小时)条件下,供场址开放用的  $\gamma$  辐射空气比释动能率平均值可取  $0.1\mu\text{Gy/h}$ (不包括本底),等于或低于此水平时,该场址可开放。

5.3.3 设年剂量约束值为  $0.1\text{mSv}$ ,剂量计算中选用偏保守参数的前提下,拟开放场址土壤中若干核素或放射系的活度浓度可接受水平(又称清除水平)举例值列于附录 D 表 D.2。

5.3.4 铀矿冶设施土地去污整治后,拟开放场址土壤中<sup>226</sup>Ra 的可接受水平在任何  $100\text{m}^2$  范围内平均值,上层 15cm 厚度土壤中为  $0.2\text{Bq/g}$ ,15cm 厚度土层以下土壤为  $0.6\text{Bq/g}$ 。

5.3.5 铀钍矿冶废石场、尾矿库及铀钍伴生矿放射性固体废物堆放场经环境整治后拟开放时应保证其表面氡析出率不超过审管部门规定的可接受水平。当居民年剂量约束值为  $0.25\text{mSv/a}$  时。对人口密度大于  $200\text{人}/\text{km}^2$  的地区,场地表面平均氡析出率可接受水平为  $0.7\text{Bq}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ ,当人口密度为  $10\sim 200\text{人}/\text{km}^2$  或小于  $10\text{人}/\text{km}^2$  时,此可接受水平分别取  $1.0$  和  $1.5\text{Bq}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 。

## 6 解控和开放的实施

6.1 解控审批程序按审管部门的要求逐步实施。在未解控以前,受放射性污染的物料(件)、建(构)筑物及土地仍应处于监控之中。若规定有监护期者,则只能在监护期后才能放行。只有在得到国家审管部门确认和批准关于解控和开放的要求后,方可实施。国家审管部门有关对解控或开放的整个过程进行抽测和验核。

6.2 放射性污染物料解控或场址开放的实施不能取代主管部门对其它方面提出的法定管理要求,包括非辐射危害方面(如有害病菌、病毒、化学毒物等)的管理要求。

附 录 A  
(规范性附录)

应用于表面放射性污染的导出通用解控水平推荐值

A.1 用于物件的推荐值

按放射性物质的辐射特性及毒性分组给出的表面放射性污染解控水平推荐值列于表 A.1, 凡仅有表面污染且不大于表 A.1 推荐值的物件, 经审管部门同意后可予以解控。

表 A.1 仅有表面放射性污染的物件导出通用解控水平推荐值, Bq/cm<sup>2</sup>

核 素	解控水平, Bq/cm <sup>2</sup>
极毒组 α 放射性物质	0.08
粒子最大能量小于 0.3MeV 的 β 放射性物质	4
氡和氟化水	8
其他放射性物质	0.8
注: 1. 表中所列数值系指设备表面上固定污染和松散污染的总和。对工作人员衣具(衣服、鞋、手套), 解控水平为表 A.1 数值的 1/10 2. 表面污染水平系按一定面积上的平均值计算, 工作服取 100cm <sup>2</sup> , 设备取 300cm <sup>2</sup> 3. 解控的物件不得用于食品行业以及与医疗器械有关的加工业 4. 去污后设备表面固定性污染水平为上述水平 5 倍者可移作该厂区内普通工作场所使用 5. 设备拆卸解体过程中按适用于实践的表面放射性物质污染控制水平来处理	

A.2 用于物料的推荐值

按放射性核素的类别给出的固体物料表面放射性污染解控水平推荐值列于表 A.2, 凡流向为直接再利用的固体物料(包括建(构)筑物、车辆和设备), 其放射性核素表面污染水平能满足表 A.2 推荐值者, 经审管部门同意可予以解控。

表 A.2 供无条件解控的固体物料表面污染导出通用解控水平推荐值(Bq/cm<sup>2</sup>)

核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>
<sup>3</sup> H	1×10 <sup>4</sup>	<sup>60</sup> Co	1×10 <sup>1</sup>	<sup>125</sup> I	5×10 <sup>2</sup>	<sup>228</sup> Th	3×10 <sup>-1</sup>
<sup>14</sup> C	1×10 <sup>3</sup>	<sup>63</sup> Ni	2×10 <sup>4</sup>	<sup>129</sup> I	7×10 <sup>1</sup>	<sup>230</sup> Th	2×10 <sup>-1</sup>
<sup>22</sup> Na	1×10 <sup>1</sup>	<sup>65</sup> Zn	7×10 <sup>1</sup>	<sup>131</sup> I	1×10 <sup>2</sup>	<sup>232</sup> Th	5×10 <sup>-2</sup>
<sup>24</sup> Na	1×10 <sup>1</sup>	<sup>89</sup> Sr	4×10 <sup>2</sup>	<sup>124</sup> Sb	2×10 <sup>1</sup>	<sup>226</sup> Ra	1×10 <sup>1</sup>
<sup>32</sup> P	3×10 <sup>2</sup>	<sup>90</sup> Sr	1×10 <sup>2</sup>	<sup>134</sup> Cs	2×10 <sup>1</sup>	<sup>226</sup> Ra	2>10 <sup>1</sup>
<sup>35</sup> S	1×10 <sup>3</sup>	<sup>90</sup> Y	4×10 <sup>2</sup>	<sup>137</sup> Cs	4×10 <sup>1</sup>	<sup>234</sup> U	6×10 <sup>-1</sup>
<sup>36</sup> Cl	4×10 <sup>2</sup>	<sup>94</sup> Nb	2×10 <sup>1</sup>	<sup>144</sup> Cs	2×10 <sup>2</sup>	<sup>235</sup> U	6×10 <sup>-1</sup>
<sup>45</sup> Ca	6×10 <sup>2</sup>	<sup>99m</sup> Tc	5×10 <sup>2</sup>	<sup>147</sup> Pm	7×10 <sup>2</sup>	<sup>238</sup> U	7×10 <sup>-1</sup>
<sup>51</sup> Cr	1×10 <sup>3</sup>	<sup>99</sup> Tc	6×10 <sup>2</sup>	<sup>152</sup> Eu	2×10 <sup>1</sup>	<sup>237</sup> Np	2×10 <sup>-1</sup>
<sup>54</sup> Mn	4×10 <sup>1</sup>	<sup>106</sup> Ru	1×10 <sup>2</sup>	<sup>192</sup> Ir	5×10 <sup>1</sup>	<sup>239</sup> Np	1×10 <sup>-1</sup>
<sup>55</sup> Fe	1×10 <sup>4</sup>	<sup>110m</sup> Ag	1×10 <sup>1</sup>	<sup>198</sup> Au	1×10 <sup>2</sup>	<sup>240</sup> Pu	1×10 <sup>-1</sup>
<sup>59</sup> Fe	4×10 <sup>1</sup>	<sup>109</sup> Cd	4×10 <sup>2</sup>	<sup>201</sup> Tl	4×10 <sup>2</sup>	<sup>241</sup> Pu	7>10 <sup>-1</sup>

续表

核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>	核素	Bq/cm <sup>2</sup>
<sup>60</sup> Co	3×10 <sup>2</sup>	<sup>131</sup> I n	1×10 <sup>2</sup>	<sup>210</sup> Pb	4×10 <sup>0</sup>	<sup>241</sup> Am	1×10 <sup>-1</sup>
<sup>137</sup> Cs	5×10 <sup>4</sup>	<sup>123</sup> I	3×10 <sup>2</sup>	<sup>210</sup> Po	9×10 <sup>0</sup>	<sup>244</sup> Cm	3×10 <sup>-1</sup>

注：

1. 基于每一核素使紧要人群组的平均成员可能受到 10 $\mu$ Sv/a 而不可能受到 100 $\mu$ Sv/a 照射的情景计算的结果。
2. 本表所指物料系来源于可控制的实践,包括在核燃料循环中产生的废物、供在境内或有协议的境外地区再循环再利用的物料,以及在医院、研究机构和工业中产生的核技术应用放射性废物;它不包括密封辐射源、污染的土地和建筑物以及可能用作食品的物料;不适用于诸如意外事故或以往未受管情况下产生的放射性物质,它需通过干预来减少照射;也不适用于未经人工浓集的天然放射性物质。
3. 无条件解控水平的导出考虑了待解控物料所有可能流向和用途,选用能引起最高辐射剂量的情景和照射途径,设定的假设和参数值也是偏保守的,故在大多数情况下实际受照剂量会远低于个人剂量限值。审管部门宜逐例评价确定有条件的解控水平。

附录 B  
(规范性附录)

应用于活度浓度的导出通用解控水平推荐值

B.1 利用放射性核素的医学、工业及科研单位每年固体废物量不超过 3t 者,物料活度浓度导出通用解控水平采用表 B.1 的数值;废料量较大时,需对表 B.1 的数值作修正。

表 B.1 所在单位每年固体废物量小于 3t 时物料活度浓度导出通用解控水平推荐值

解控水平 Bq/g	核 素
$1 \times 10^6$	$^3\text{H}$ , $^{37}\text{Ar}$
$1 \times 10^5$	$^{33}\text{P}$ , $^{33}\text{S}$ , $^{63}\text{Ni}$ , $^{83\text{m}}\text{Kr}$ , $^{85}\text{Kr}$
$1 \times 10^4$	$^{14}\text{C}$ , $^{36}\text{Cl}$ , $^{45}\text{Ca}$ , $^{55}\text{Mn}$ , $^{55}\text{Fe}$ , $^{58\text{m}}\text{Co}$ , $^{59}\text{Ni}$ , $^{69}\text{Zn}$ , $^{71}\text{Ge}$ , $^{81}\text{Kr}$ , $^{91\text{m}}\text{Nb}$ , $^{93}\text{Tc}$ , $^{103\text{m}}\text{Rh}$ , $^{109}\text{Cd}$ , $^{131\text{m}}\text{Xe}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{143}\text{Pr}$ , $^{147}\text{Pm}$ , $^{151}\text{Sm}$ , $^{169}\text{Er}$ , $^{171}\text{Tm}$ , $^{185}\text{W}$ , $^{204}\text{Tl}$ , $^{223}\text{Rn}$ , $^{254}\text{Fm}$
$1 \times 10^3$	$^{76}\text{Be}$ , $^{83}\text{Si}$ , $^{82}\text{P}$ , $^{51}\text{Cr}$ , $^{60\text{m}}\text{Co}$ , $^{73}\text{As}$ , $^{75}\text{As}$ , $^{79}\text{Kr}$ , $^{85\text{m}}\text{Kr}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{90}\text{Y}$ , $^{91}\text{Y}$ , $^{93}\text{Zr}$ , $^{93}\text{Mo}$ , $^{96\text{m}}\text{Tc}$ , $^{97}\text{Tc}$ , $^{95\text{m}}\text{Tc}$ , $^{103}\text{Pd}$ , $^{109}\text{Pb}$ , $^{111}\text{Ag}$ , $^{115\text{m}}\text{Cd}$ , $^{113}\text{Sn}$ , $^{125\text{m}}\text{Te}$ , $^{127}\text{Te}$ , $^{127}\text{Te}$ , $^{129\text{m}}\text{Te}$ , $^{127}\text{I}$ , $^{135}\text{Xe}$ , $^{135}\text{Xe}$ , $^{131}\text{Cs}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{143}\text{Pm}$ , $^{165}\text{Gd}$ , $^{165}\text{Dy}$ , $^{166}\text{Dy}$ , $^{166}\text{Ho}$ , $^{170}\text{Tm}$ , $^{175}\text{Yb}$ , $^{177}\text{Lu}$ , $^{181}\text{W}$ , $^{186}\text{Re}$ , $^{191\text{m}}\text{Os}$ , $^{193\text{m}}\text{Pt}$ , $^{197}\text{Pt}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{211}\text{At}$ , $^{229}\text{Th}^*$ , $^{231}\text{Th}$ , $^{234}\text{Th}^*$ , $^{240}\text{U}$ , $^{237}\text{Pu}$ , $^{243}\text{Pu}$ , $^{242}\text{Am}$ , $^{249}\text{Bk}$ , $^{246}\text{Cf}$
$1 \times 10^2$	$^{16}\text{O}$ , $^{41}\text{Ar}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{42}\text{K}$ , $^{47}\text{Sc}$ , $^{57}\text{Co}$ , $^{61}\text{Co}$ , $^{64}\text{Cu}$ , $^{69\text{m}}\text{Zn}$ , $^{75}\text{As}$ , $^{75}\text{Se}$ , $^{74}\text{Kr}$ , $^{76}\text{Kr}$ , $^{77}\text{Kr}$ , $^{87}\text{Kr}$ , $^{88}\text{Kr}$ , $^{86}\text{Rb}$ , $^{87}\text{Sr}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{87\text{m}}\text{Sr}$ , $^{90}\text{Sr}^*$ , $^{91\text{m}}\text{Y}$ , $^{92}\text{Y}$ , $^{93}\text{Y}$ , $^{99}\text{Mo}$ , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , $^{97}\text{Ru}$ , $^{105}\text{Ru}$ , $^{106}\text{Ru}^*$ , $^{107}\text{Rh}$ , $^{105}\text{Ag}$ , $^{115}\text{Cd}$ , $^{111}\text{In}$ , $^{115\text{m}}\text{In}$ , $^{115}\text{In}$ , $^{125}\text{Sn}$ , $^{122}\text{Sb}$ , $^{125}\text{Sb}$ , $^{123\text{m}}\text{Te}$ , $^{129}\text{Te}$ , $^{131}\text{Te}$ , $^{132}\text{Te}$ , $^{136}\text{I}$ , $^{126}\text{I}$ , $^{129}\text{I}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{132}\text{I}$ , $^{134}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{131}\text{Ba}$ , $^{139}\text{Ce}$ , $^{141}\text{Ce}$ , $^{143}\text{Ce}$ , $^{144}\text{Ce}^*$ , $^{142}\text{Pr}$ , $^{147}\text{Nd}$ , $^{149}\text{Nd}$ , $^{153}\text{Sm}$ , $^{152\text{m}}\text{Eu}$ , $^{151}\text{Eu}$ , $^{153}\text{Gd}$ , $^{171}\text{Er}$ , $^{187}\text{W}$ , $^{188}\text{Re}$ , $^{191}\text{Os}$ , $^{193}\text{Os}$ , $^{194}\text{Ir}$ , $^{197}\text{Pt}$ , $^{197\text{m}}\text{Pt}$ , $^{198}\text{Au}$ , $^{199}\text{Au}$ , $^{197}\text{Hg}$ , $^{197\text{m}}\text{Hg}$ , $^{203}\text{Hg}$ , $^{201}\text{Tl}$ , $^{202}\text{Tl}$ , $^{203}\text{Pb}$ , $^{213}\text{Ra}^*$ , $^{225}\text{Ra}$ , $^{227}\text{Ra}$ , $^{231}\text{Pa}$ , $^{231}\text{U}$ , $^{237}\text{U}$ , $^{239}\text{U}$ , $^{239}\text{Np}$ , $^{234}\text{Pu}$ , $^{235}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Pu}$ , $^{242}\text{Cm}$ , $^{243}\text{Cf}$ , $^{253}\text{Es}$ , $^{254\text{m}}\text{Es}$ , $^{255}\text{Fm}$
$1 \times 10^1$	$^{22}\text{F}$ , $^{22}\text{Na}$ , $^{24}\text{Na}$ , $^{38}\text{Cl}$ , $^{43}\text{K}$ , $^{47}\text{Ca}$ , $^{46}\text{Sc}$ , $^{48}\text{Sc}$ , $^{48}\text{V}$ , $^{51}\text{Mn}$ , $^{52}\text{Mn}$ , $^{50\text{m}}\text{Mn}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{56}\text{Mn}$ , $^{52}\text{Fe}$ , $^{59}\text{Fe}$ , $^{57}\text{Co}$ , $^{58}\text{Co}$ , $^{58}\text{Co}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{60\text{m}}\text{Co}$ , $^{65}\text{Ni}$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{72}\text{Ga}$ , $^{71}\text{As}$ , $^{81}\text{Br}$ , $^{91}\text{Sr}$ , $^{91}\text{Sr}$ , $^{91}\text{Zr}$ , $^{91}\text{Zr}^*$ , $^{93}\text{Nb}$ , $^{95}\text{Nb}$ , $^{97}\text{Nb}$ , $^{96}\text{Nb}$ , $^{98}\text{Mo}$ , $^{101}\text{Mo}$ , $^{96}\text{Tc}$ , $^{107}\text{Ru}$ , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , $^{124}\text{Sb}$ , $^{131\text{m}}\text{Te}$ , $^{133}\text{Te}$ , $^{133\text{m}}\text{Te}$ , $^{134}\text{Tl}$ , $^{136}\text{I}$ , $^{132}\text{I}$ , $^{138}\text{I}$ , $^{134}\text{I}$ , $^{135}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{136}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}^*$ , $^{138}\text{Cs}$ , $^{146}\text{Ba}^*$ , $^{140}\text{La}$ , $^{152}\text{Eu}$ , $^{154}\text{Eu}$ , $^{160}\text{Tb}$ , $^{181}\text{Hf}$ , $^{182}\text{Ta}$ , $^{185}\text{Os}$ , $^{190}\text{Ir}$ , $^{192}\text{Ir}$ , $^{206}\text{Tl}$ , $^{210}\text{Pb}^*$ , $^{213}\text{Pb}^*$ , $^{206}\text{Bi}$ , $^{207}\text{Bi}$ , $^{212}\text{Bi}^*$ , $^{203}\text{Po}$ , $^{205}\text{Po}$ , $^{207}\text{Po}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{210}\text{Ra}^*$ , $^{226}\text{Ra}^*$ , $^{228}\text{Ra}^*$ , $^{228}\text{Ac}$ , $^{227}\text{Th}$ , $^{230}\text{Pa}$ , $^{230}\text{U}$ , $^{233}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{235}\text{U}^*$ , $^{236}\text{U}$ , $^{238}\text{U}^*$ , $^{240}\text{U}^*$ , $^{240}\text{Np}$ , $^{236}\text{Pu}$ , $^{244}\text{Cm}$ , $^{248}\text{Cf}$ , $^{250}\text{Cf}$ , $^{252}\text{Cf}$ , $^{254}\text{Es}$
$1 \times 10^0$	$^{228}\text{Th}$ , $^{228}\text{Th}^*$ , $^{232}\text{Th}$ , $^{232}\text{Th}^*$ , $^{231}\text{Pa}$ , $^{232}\text{U}^*$ , $^{232}\text{U}^*$ , $^{237}\text{Np}$ , $^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$ , $^{242}\text{Pu}$ , $^{244}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$ , $^{242\text{m}}\text{Am}^*$ , $^{243}\text{Am}^*$ , $^{245}\text{Cm}$ , $^{245}\text{Cm}$ , $^{246}\text{Cm}$ , $^{247}\text{Cm}$ , $^{248}\text{Cm}$ , $^{248}\text{Cf}$ , $^{251}\text{Cf}$ , $^{251}\text{Cf}$
* 加子体 注 1. 此处的固体废物是指纸张、塑料、木料及玻璃小瓶,它通常随正常垃圾填埋处置;可燃废物也可随一般废物焚烧处置,产生废气及颗粒状流出物,而灰渣则填埋。 2. 固体废物年产量 3t 以下是属于中等量废物,其几何均值为 1t/a,代表 0.3t a~3t/a 的范围。 3. 本表数值同我国《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》表 A1 的豁免活度浓度,它是取由任何情景导出的数值中最低量级的数值。	



B.2 流向为填埋、焚烧、再循环或直接再利用的由核燃料循环产生的大量(年处置量从几十吨到上千吨)低水平放射性污染固体废物活度浓度导出通用解控水平推荐值列于表 B.2。

表 B.2 核燃料循环产生的大量(年处置量从几十吨到上千吨)放射性污染固体废物活度浓度导出通用解控水平推荐值

解控水平代表值(Bq/g)	核 素
$3 \times 10^3$	$^3\text{H}, ^{35}\text{S}, ^{45}\text{Ca}, ^{63}\text{Ni}, ^{147}\text{Pm}$
$3 \times 10^2$	$^{14}\text{C}, ^{32}\text{P}, ^{36}\text{Cl}, ^{55}\text{Fe}, ^{89}\text{Sr}, ^{90}\text{Y}, ^{99}\text{Tc}, ^{109}\text{Cd}$
$3 \times 10^1$	$^{51}\text{Cr}, ^{57}\text{Co}, ^{69\text{m}}\text{Tc}, ^{123}\text{I}, ^{125}\text{I}, ^{129}\text{I}, ^{144}\text{Ce}, ^{201}\text{Tl}, ^{241}\text{Pu}$
$3 \times 10^0$	$^{58}\text{Co}, ^{59}\text{Fe}, ^{91}\text{Sr}, ^{106}\text{Ru}, ^{111}\text{In}, ^{131}\text{I}, ^{192}\text{Ir}, ^{198}\text{Au}, ^{210}\text{Po}$
$3 \times 10^{-1}$	$^{22}\text{Na}, ^{24}\text{Na}, ^{54}\text{Mn}, ^{60}\text{Co}, ^{65}\text{Zn}, ^{94}\text{Nb}, ^{110\text{m}}\text{Ag}, ^{121}\text{Sb}, ^{134}\text{Cs}, ^{137}\text{Cs}, ^{152}\text{Eu}, ^{210}\text{Pb}, ^{226}\text{Ra}, ^{228}\text{Ra}, ^{228}\text{Th}, ^{230}\text{Th}, ^{232}\text{Th}, ^{234}\text{U}, ^{235}\text{U}, ^{238}\text{U}, ^{237}\text{Np}, ^{239}\text{Pu}, ^{241}\text{Pu}, ^{243}\text{Am}, ^{244}\text{Cm}$
<p>注</p> <p>1. 表 B.2 所指废物为轻度污染的纸张、塑料和衣着,核设施退役或翻修过程中产生的轻度污染的钢铁、其它金属和混凝土,在工业、医院或研究机构应用放射性同位素过程中产生的轻度污染废物。</p> <p>2. 这些物料的流向和可能使人员受到照射的情景是:填埋-物料运输、填埋、填埋场址受到破坏或发生火灾,通过地下水使放射性核素转移;焚烧-焚烧、流出物、炉灰;再循环-运输、加工、冶炼、装配、使用、流出物、炉灰;直接再利用-工具、设备的使用。</p> <p>3. 1987~1992 年间对不同流向物料导出解控水平的研究报告(填埋 7 份、焚烧⑤5 份,再循环 6 份,再利用 2 份)给出值相差很大。所研究的 56 个核素中,同一核素的最大/最小值量级比,<math>10^1</math> 的 16 个,<math>10^2</math> 的 21 个,<math>10^3</math> 的 10 个,<math>10^4 \sim 10^{12}</math> 的 6 个,<math>\infty</math> 的 3 个。取 10 倍最低值与第 2 个最低值中较小的数值作为表 B.2 列出的导出通用解控水平量级推荐。凡因方法本身缺陷而致类同核素分类明显不同者,依经验判断加以调整。</p> <p>4. 表 B.2 中<math>^{238}\text{U}</math>和<math>^{232}\text{Th}</math>系照射情景不包括氡的照射。表内数值指量级的代表值,即<math>3 \times 10^3</math>代表大于等于<math>1 \times 10^3</math>和小于<math>1 \times 10^4</math>的范围,依此类推。与表 B.1 同一核素的数值相比,除<math>^3\text{H}</math>小<math>10^3</math>倍外,其余均小<math>10^1 \sim 10^2</math>倍。</p> <p>5. 对表 B.2 以外的放射性核素,可采用下列公式计算出导出通用解控水平(Bq/g)推荐值,即</p> $\text{最小值} \left\{ \frac{1}{E_\gamma + 0.1E_\beta} \cdot \frac{ALI_{\text{吸入}}}{1\ 000} \cdot \frac{ALI_{\text{食入}}}{100\ 000} \right\}$ <p>式中,<math>E_\gamma</math>、<math>E_\beta</math>分别为<math>\gamma</math>、<math>\beta</math>辐射的有效能量,MeV(可查自 ICRP 第 38 号出版物,1986);<math>ALI_{\text{吸入}}</math>、<math>ALI_{\text{食入}}</math>分别为经吸入和食入途径的年摄入量限值,Bq(可查自 ICRP 第 61 号出版物,1991)。用此公式计算的 56 个核素的解控水平与表 B.2 同一核素相应值相比,相差 1~3 倍的 40 个,4~10 倍的 9 个,总体符合较好。</p>	

B.3 年回收利用量设定为 100t、供再循环再利用的钢铁和铝材材料的污染导出通用解控水平列于表 B.3。

表 B.3 年回收利用量设定为 100t 的钢铁和铝材再循环、再利用材料的污染导出通用解控水平(Bq/g)

核 素	解控水平(Bq/g)		核 素	解控水平(Bq/g)	
	钢铁	铝材		钢铁	铝材
$^{54}\text{Mn}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^0$	$^{99}\text{Tc}$	$4 \times 10^3$	$9 \times 10^3$
$^{55}\text{Fe}$	$1 \times 10^1$	$2 \times 10^3$	$^{137}\text{Cs}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^0$
$^{60}\text{Co}$	$1 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$^{152}\text{Eu}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^0$
$^{63}\text{Ni}$	$3 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$^{239}\text{Pu}$	$5 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^0$

续表

核 素	解控水平(Bq/g)		核 素	解控水平(Bq/g)	
	钢铁	铝材		钢铁	铝材
<sup>65</sup> Zn	$6 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^0$	<sup>241</sup> Pu	$3 \times 10^1$	$2 \times 10^2$
<sup>90</sup> Sr	$2 \times 10^2$	$2 \times 10^2$	<sup>241</sup> Am	$7 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^0$
<sup>94</sup> Nb	$2 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	—	—	—

注：

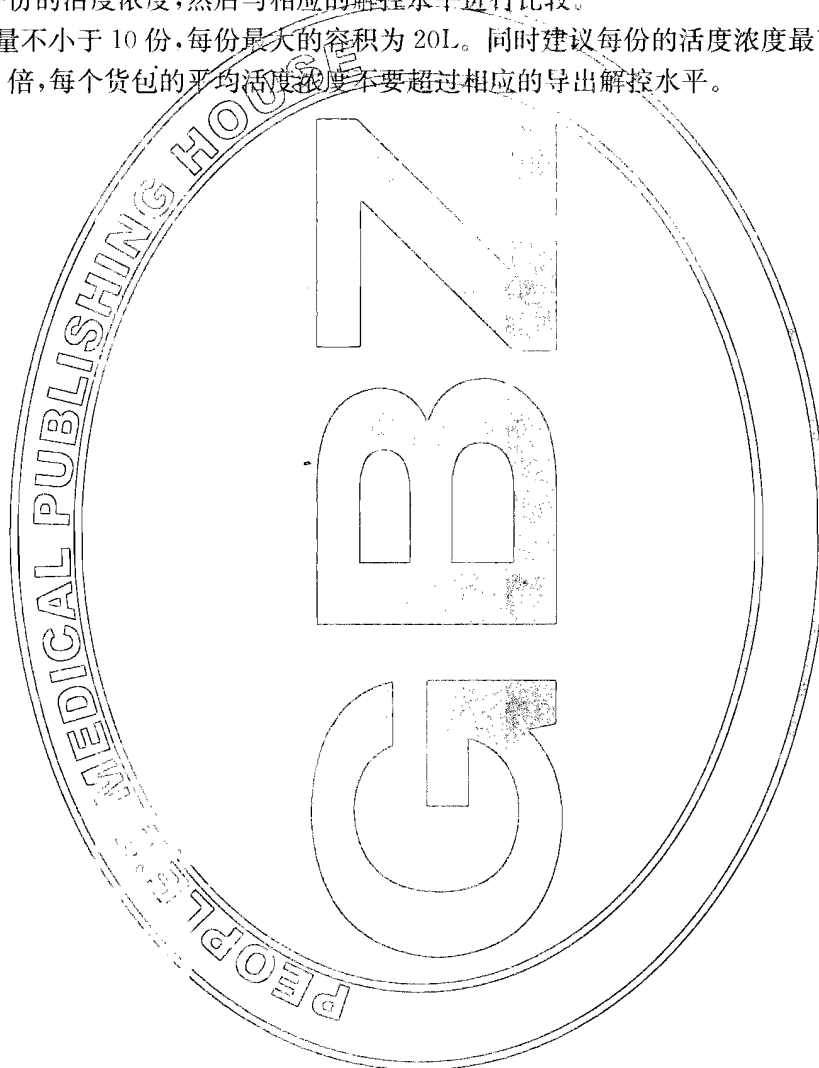
1. 表内数值系指附加的活度浓度,依  $10\mu\text{Sv/a}$  量级或更低水平而导出。
2. 同批材料中最大测量值一般不应超过总体平均值的 10 倍。
3. 表内数值导出时采用的情景为运输、处理、熔化冶炼、成品再利用、钢渣利用及尾气排放,在这些过程中工人、消费者及下风向居民会受到照射。熔炼及制造过程中无非放射性物料的稀释,钢渣量为产品量的 1/5 重量。照射方式涉及外照射、吸入及食入内照射,涉及工作人员约 150 人,消费者约 1 万人,下风向居民约 10 万人。计算中采用的模式及参数见 GB 17567-1988 附录 B。
4. 表内未列出的放射性核素,推荐采用表 B.2 注 5 的步骤导出其解控水平(Bq/g)。

附录 C  
(资料性附录)  
固体物料取样的平均方法

对固体物料,导出解控水平是以活度浓度表示的。此值是指物料活度浓度的平均值,但假设放射性核素在此物料中或多或少是不均匀分布的。

为估计平均活性而采用的取样平均方法是,将一个货包内(例如 200L 桶,1m<sup>3</sup> 箱)物料按体积分成若干等分,估计每一份的活度浓度,然后与相应的解控水平进行比较。

建议等份的数量不小于 10 份,每份最大的容积为 20L。同时建议每份的活度浓度最高值不要超过导出解控水平的 10 倍,每个货包的平均活度浓度不要超过相应的导出解控水平。



附录 D

(规范性附录,表 D. 1;资料性附录,表 D. 2)

残留放射性物质污染的场址开放的可能性及拟开放场址土壤活度浓度可接受水平举例值

表 D. 1 残留放射性物质污染的场址开放的可能性

关键居民组一般成员年有效剂量(mSv/a)	开放可能性
<0.01	不需要清除和控制,可以开放
0.01~0.1	根据辐射危险不需要清除,可能开放;出现问题时才进行评估
0.1~1	根据正当性/最优化决定是否清除;可能开放,需要对情况偶尔作评估
1~10	根据正当性/最优化决定是否清除;清除后对情况作定期评估,则可能开放
10~100	清除或限制使用
>100	清除或防止使用

表 D. 2 基于 0.1mSv/a 年剂量约束值而导出的拟开放场址土壤活度浓度可接受水平举例值(Bq/g)

单一核素	可接受水平(Bq/g)	不同链长放射系	可接受水平(Bq/g)
<sup>60</sup> Co	$3 \times 10^{-1}$	<sup>232</sup> Th+D <sup>a</sup>	$6 \times 10^{-2}$
<sup>90</sup> Sr	$1 \times 10^{-1}$	<sup>238</sup> U→ <sup>234</sup> Pa	$2 \times 10^{-1}$
<sup>137</sup> Cs	$1 \times 10^{-1}$	<sup>238</sup> U→ <sup>234</sup> U	$9 \times 10^{-1}$
<sup>238</sup> Pu	$4 \times 10^{-1}$	<sup>238</sup> U→ <sup>210</sup> Tl	$4 \times 10^{-2}$
<sup>239</sup> Pu	$3 \times 10^{-1}$	<sup>238</sup> U→ <sup>210</sup> Po	$3 \times 10^{-2}$
<sup>241</sup> Am	$4 \times 10^{-1}$	<sup>235</sup> U→ <sup>231</sup> Th	$5 \times 10^{-1}$
<sup>244</sup> Cm	$7 \times 10^{-1}$	<sup>235</sup> U→ <sup>231</sup> Pu	$1 \times 10^{-1}$
		<sup>235</sup> U→ <sup>211</sup> Po	$3 \times 10^{-2}$

<sup>a</sup>包括了处于平衡状态的所有子体核素。

注:

1. 表内数值是依据保守假设而导出的。厂区污染面积取 10,000m<sup>2</sup>,土壤污染厚度取 30cm,考虑外照射、吸入及食入(食品+饮水)多种照射途径。
2. 当剂量约束值取其它的数值时,表内数值按比例增减。
3. 对同时存在多种核素污染时,可根据本标准 4.3.5 条的方法来判断是否可接受。
4. 导出表内解控水平依赖的情景、模式和参数列于 HJ53-2000,当上述条件有明显不同时,表内数值应修正。在实例情况下,应依据选定的剂量约束值,做好防护最优花分析,综合确定可合理达到的尽可能低的水平。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家标准. 电离辐射防护与辐射源安全基本标准. GB 18871-2002. 北京:中国标准出版社,2002
  - [2] 中华人民共和国国家标准. 放射性废物分类标准. GB 9133-88. 北京:中国标准出版社,1988
  - [3] 中华人民共和国国家标准. 辐射源和实践的豁免管理原则. GB 13367-92. 北京:中国标准出版社,1992
  - [4] 中华人民共和国国家标准. 放射性废物管理规定. GB 14500-2003. 北京:中国标准出版社,2003
  - [5] 中华人民共和国国家标准. 铀矿冶设施退役环境管理技术规定. GB 14586-93. 北京:中国标准出版社,1993
  - [6] 中华人民共和国国家标准. 反应堆退役环境管理技术规定. GB 14588-93. 北京:中国标准出版社,1993
  - [7] 中华人民共和国国家标准. 核设施的钢铁和铝再循环再利用的清洁解控水平. GB 17567-1998. 北京:中国标准出版社,1998
  - [8] 中华人民共和国核行业标准. 核燃料后处理厂退役辐射防护规定. EJ 588-91. 北京:核能标准化所,1992
  - [9] 中华人民共和国核行业标准. 铀矿地质设施退役辐射环境安全规定. EJ 913-94. 北京:核能标准化所,1994
  - [10] 国家环境保护标准. 拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平(暂行). HJ 53-2000. 北京:中国环境科学出版社,2000
  - [11] IAEA. Clearance levels for radionuclides in solid materials-Application of exemption principles (Interim report for comment). IAEA-TECDOC-855. Vinna,1996
  - [12] IAEA. Application of radiation protection principles to the cleanup of contaminated areas(Interim report for comment). IAEA-TECDOC-987. Vinna,1997
  - [13] IAEA. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. IAEA-TECDOC-1 000. Vinna,1998
  - [14] NCRP. Recommended screening limits for contaminated surface soil and review of factors relevant to site-specific studies. NCRP Report No. 129. Bethesda,1999
-

# HJ

## 国家环境保护总局标准

HJ 53—2000

---

### 拟开放场址土壤中剩余放射性 可接受水平规定 (暂行)

Interim regulation for acceptable levels of residual  
radionuclides in soil of site considered for release

2000-05-22 发布

2000-12-01 实施

---

国家环境保护总局 发布

# 目 次

## 前言

1 适用范围 .....	(1)
2 污染场址开放的审管 .....	(1)
3 土壤中剩余放射性可接受水平 .....	(2)
4 确认和审批 .....	(3)
5 关于非辐射危害方面的管理要求 .....	(3)
附录 A (提示的附录) 土壤中剩余放射性水平推导中用到的计算模式与参数 .....	(4)

## 前 言

鉴于我国目前核设施退役的迫切需要，本标准（暂行）参考国际上推荐的原则、方法和某些实例编制而成的。在计算中，结合国情采用了我国的食谱，以及某些实际参数，同时在内照射剂量转换因子上，采用了国际上最近推荐的数值。为了必要时能查阅到本规定的主要推导中所用到的假定和条件，附录 A 中列出了有关的计算模式和参数。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准此次为首次发布，于 2000 年 12 月 1 日起实施。

本标准由中国原子能科学研究院负责起草。

本标准由国家环境保护总局负责解释。



# 国家环境保护总局标准

## 拟开放场址土壤中剩余放射性 可接受水平规定 (暂行)

HJ 53—2000

Interim regulation for acceptable levels of residual  
radionuclides in soil of site considered for release

### 1 适用范围

本标准给出了土壤中剩余放射性的可接受暂行水平。它适用于核设施（包括铀、钍矿冶设施和放射性同位素生产设施）退役场址的开放利用；对于其他从事导致天然放射性水平增高活动的场址的开放利用，可参照执行。

### 2 污染场址开放的审管

2.1 核设施退役，或由于其他原因受到污染经去污后的场址拟向公众开放时，除了所有剩余建筑物和设备的污染水平必须满足相关法规要求以外，其土壤中的剩余放射性水平也必须经审管部门审查，确认已满足本标准规定的要求后方可解除控制，开放利用。

2.2 根据我国辐射防护标准中对拟议的和继续进行中的实践对公众中关键居民组成员的平均年有效剂量不得超过 1 mSv 的要求，本暂行标准要求所选剂量约束值能保证在场址开放后，由土壤中剩余放射性核素对公众中关键居民组成员所造成的附加年有效剂量不超过上述剂量限值的一小部分，一般为公众年剂量限值的 1/10 到 1/4，即 0.1 ~ 0.25 mSv。

2.3 场址的开放可分为无限制开放和有限制开放两类。前者指不附带限制条件的开放。后者指在某些限制条件下的开放，其剂量约束值可适当放宽。具体剂量约束值的选择，应该基于在开放之后必须保证对现在和将来可能生活或工作在场址内或其附近的任何个人所产生的危险足够小的基本原则，在考虑开放类型、污染原因、污染土壤量，去污代价，以及其它因素的基础上，通过辐射防护最优化的方法来选定。审管部门在最后决策中，还应考虑除辐射防护以外的其它因素，在选定剂量约束值的基础上，再具体确定土壤中剩余放射性的可接受水平。

#### 2.4 关于土壤污染状况的报告

污染场址的营运单位应就拟开放场址的开放问题向环境保护审管部门提交一份关于场址开放的申请报告（或作为其它相关报告的一部分）。在该申请报告（或总报告的相关部分）中，在涉及土壤中剩余放射性的状况方面，至少应包括下列内容：

- a. 场址相关特征要点，包括邻近周围的土地使用和水文地质简况；
- b. 应说明场址是无限制开放还是有限制开放，若是有限制开放还应说明场址开放后的用途和限制使用条件；
- c. 土壤污染的原因、水平、范围、核素种类，污染土壤估计量；
- d. 去污方案要点、费用估计；
- e. 剂量约束值的申报值及其优化分析的依据；

- f. 对土壤中剩余放射性水平的监测方案及其质保要点；
- g. 开放后对公众的可能辐射后果估计；
- h. 去污后的污染水平实测结果；
- i. 其它。

### 3 土壤中剩余放射性可接受水平

3.1 相应于 0.1 mSv/a 的剂量约束值的土壤中剩余放射性可接受水平的参考值见表 1 和表 2。当采用不同于 0.1 mSv/a 的剂量约束值时，其解控水平可按比例作相应修正。

表 1 基于年剂量约束值为 0.1 mSv 所导出的土壤中若干种放射性核素的剩余活度浓度可接受水平\*

核 素	<sup>60</sup> Co	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>238</sup> Pu	<sup>239</sup> Pu	<sup>241</sup> Am	<sup>244</sup> Cm	<sup>232</sup> Th+D
可接受水平 (Bq/g)	$3.0 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^{-1}$	$3.8 \times 10^{-1}$	$3.4 \times 10^{-1}$	$4.1 \times 10^{-1}$	$7.3 \times 10^{-1}$	$6.3 \times 10^{-2}$

\*注：<sup>232</sup>Th+D 包括了与其处于平衡状态的所有子体核素。

表 2 基于年剂量约束值 0.1 mSv 所导出的土壤中<sup>235</sup>U 及<sup>238</sup>U 剩余活度浓度可接受水平\*

<sup>238</sup> U	链 1	链 2	链 3	链 4	<sup>235</sup> U	链 1	链 2	链 3
可接受水平 (Bq/g)	1.6	$9.1 \times 10^{-1}$	$3.8 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	可接受水平 (Bq/g)	$5.0 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^{-1}$	$3.1 \times 10^{-2}$

\*注：(1) <sup>238</sup>U 链 1 为<sup>238</sup>U→<sup>234</sup>Pa，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>T、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa

(2) <sup>238</sup>U 链 2 为<sup>238</sup>U→<sup>234</sup>U，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>T、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa、<sup>234</sup>U

(3) <sup>238</sup>U 链 3 为<sup>238</sup>U→<sup>210</sup>Tl，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>U、<sup>226</sup>Ra、<sup>222</sup>Rn、<sup>218</sup>Po、<sup>214</sup>Pb、<sup>218</sup>At、<sup>214</sup>Po、<sup>210</sup>Tl

(4) <sup>238</sup>U 链 4 为<sup>238</sup>U→<sup>210</sup>Po，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>U、<sup>226</sup>Ra、<sup>222</sup>Rn、<sup>218</sup>Po、<sup>214</sup>Pb、<sup>218</sup>At、<sup>214</sup>Po、<sup>210</sup>Tl、<sup>210</sup>Pb、<sup>210</sup>Bi、<sup>210</sup>Po

(5) <sup>235</sup>U 链 1 为<sup>235</sup>U→<sup>231</sup>Th，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th

(6) <sup>235</sup>U 链 2 为<sup>235</sup>U→<sup>231</sup>Pu，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th、<sup>231</sup>Pu

(7) <sup>235</sup>U 链 3 为<sup>235</sup>U→<sup>211</sup>Po，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th、<sup>231</sup>Pu、<sup>227</sup>Ac、<sup>227</sup>Th、<sup>223</sup>Fr、<sup>223</sup>Ra、<sup>219</sup>Rn、<sup>215</sup>Po、<sup>211</sup>Pb、<sup>211</sup>Bi、<sup>207</sup>Tl、<sup>211</sup>Po

3.2 对于<sup>235</sup>U 和<sup>238</sup>U 的污染，应根据各单位铀污染物可能包含的铀子体（种类及平衡度）的实际情况来选择表中不同的数值。

3.3 对于同时存在有多种污染核素的情况，可根据下列公式是否得到满足来判断是否可以接受：

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{c_{ii}} \leq 1$$

式中： $c_i$ ——放射性核素  $i$  在土壤中的污染浓度 (Bq/g)；

$c_{ii}$ ——放射性核素  $i$  在土壤中剩余放射性的可接受水平 (Bq/g)；

$n$ ——土壤中存在的污染核素的数目。

3.4 表 1 和表 2 中的数值是指开放时土壤中剩余放射性的可接受活度浓度水平。如果在清污完毕到实施开放之间还有一段监护期 ( $T$ )，那么，表 1 和表 2 中的数值可以相应放宽  $e^{\lambda T}$  倍 ( $\lambda$  是有关污染核素的放射性衰变常数)。

3.5 土壤中不得含有废放射源或局部强污染的热点，不得采取大面积平均的办法来不适当地满足表 1 或表 2 的要求。表 1 或表 2 的数值是指不小于 100 m<sup>2</sup> 范围内的浓度均值，且要求其中任何 1 m<sup>2</sup> 范围内的浓度不得超过上述 100 m<sup>2</sup> 范围内所有读数平均值的 10 倍。

3.6 关于土壤采样、测量、抽检等方面的具体要求均应按有关质量保证规定要求进行。

#### 4 确认和审批

4.1 审管部门应根据申请的污染场址开放后的实际用途以及其它有关情况首先对申请开放所依据的剂量约束值进行审查，然后再根据剂量约束值来核准相应的剩余放射性可接受水平。

4.2 一般来讲，这种申请和审批可分为可研阶段和清污终态阶段两个阶段进行。审管部门（或委托某有资格单位）还应对申请报告的其它部分（包括工作大纲、监测质量保证计划和测量或验收报告等）进行审查，必要时进行一定的实地监督性监测。

4.3 审管部门可以根据审查结果，视申请开放的场址土壤中剩余放射性的实际水平满足本标准的情况，提出具体审批意见。在未得到审管部门的正式批准之前，该场址应仍然处在监控之中，假若存在监护期的话，只有在监护期之后方可开放。

4.4 假若某一场址的有限制开放在得到审批之后需改变其限制条件（如场址用途或其它条件），则必须经过审管部门的重新审批。

#### 5 关于非辐射危害方面的管理要求

污染厂址的开放，除辐射危害方面的控制要求外，还必须满足其它非辐射危害方面（如有害病菌、病毒、化学毒物等）的管理要求。

## 土壤中剩余放射性水平推导中用到的计算模式与参数

## A.1 照射途径分析

关于受污染土壤对公众所引起的照射的估算,在国内一些退役报告中曾对其进行过分析、计算。在国外,许多国家对此也进行了研究。根据现已收集到的有关文献资料,结合国内退役场址的特点,考虑其照射途径为:(1)食入与污染土壤有关的食物(包括有:蔬菜、谷物、奶、肉类);(2)地表外照射;(3)通过再悬浮引起的吸入内照射;(4)饮用受污场址附近的地下水。

## A.2 剂量模式

## (1) 总剂量

对于污染土壤的照射剂量的估算,其总有效剂量应等于上述各途径产生的剂量的总和。

$$D_{\text{tot}} = D_{\text{ing}} + D_{\text{inh}} + D_{\text{dw}} + D_{\text{ext}}$$

式中:  $D_{\text{tot}}$ ——总有效剂量 (Sv/a);

$D_{\text{ing}}$ ——通过食入受污产(食)品产生的有效剂量 (Sv/a);

$D_{\text{inh}}$ ——吸入再悬浮污染物产生的有效剂量 (Sv/a);

$D_{\text{ext}}$ ——地表外照射产生的有效剂量 (Sv/a);

$D_{\text{dw}}$ ——通过饮水途径所产生的有效剂量 (Sv/a)。

作为铀系蜕变子体氡及其子体所产生的剂量贡献,显然在对地表外照、微尘再悬浮吸入和食物链内照射途径中已经包括在内(并且假定氡与其子体完全平衡),但作为从土壤中扩散出来的空气中游离氡及其子体的吸入内照射剂量未单独计算。因为有下列三方面原因:

- 上述已考虑的途径中,作完全平衡假定是保守的,其计算结果已大部分覆盖了氡及其子体的贡献。
- 国际上通常也不分开考虑释出氡的贡献。
- 氡的扩散和稀释条件因情况而异,不易假定计算条件。

## (2) 通过食入受污产(食)品产生的剂量的估算

对于污染产品的摄入,一般考虑以下几种情形:(a)蔬菜;(b)农产品;(c)奶;(d)肉类。

对于不同食品中放射性核素的浓度分别用下面公式计算:

## (a) 蔬菜及谷物中核素的浓度

$$c_g = \frac{B_v \cdot c_s \cdot d}{p}$$

式中:  $c_g$ ——核素在农产品中的浓度 (Bq/kg);

$B_v$ ——核素在农产品中的浓集因子 (Bq/kg)/(Bq/kg 干土壤);

$c_s$ ——核素在土壤中的浓度 (Bq/cm<sup>3</sup>);

$d$ ——根系层深度 (cm);

$p$ ——根系层区土壤“有效”密度(指到根系层底的每平方厘米表面内干土壤的重量) (kg/cm<sup>2</sup>)。

## (b) 奶中的核素浓度。

$$c_m = c_g \cdot F_m \cdot Q_l$$

式中:  $c_m$ ——奶中放射性核素的浓度 (Bq/L);

$c_g$ ——饲料中核素浓度 (Bq/kg);

$F_m$ ——核素在牛奶中的转移因子 d/L (奶牛每天摄入的核素量转移到每升牛奶的平均份额);

$Q_t$ ——奶牛每天摄入饲料量 (kg/d)。

(c) 肉类中放射性核素的浓度

$$c_t = c_g \cdot F_t \cdot Q_t$$

式中:  $c_t$ ——肉中的放射性核素的浓度 (Bq/kg);

$c_g$ ——饲料中放射性核素的浓度 (Bq/kg);

$F_t$ ——核素在肉类中的浓集因子 d/kg (动物每天摄入的核素量转移到每公斤肉中的平均份额);

$Q_t$ ——饲料摄入量 (kg/d)。

(d) 通过各种食入途径产生的总有效剂量

$$D_{ing} = (L_p + L_1 + L_m + L_t) \cdot DF_{ing}$$

式中:  $D_{ing}$ ——通过食入途径产生的总有效剂量 (Sv/a);

$L_p = U_p \cdot c_g$ ——通过谷物途径每年摄入的核素的量 (Bq/a);

$L_1 = U_1 \cdot c_g$ ——通过蔬菜每年摄入的核素的量 (Bq/a);

$L_m = U_m \cdot c_m$ ——通过食入牛奶每年摄入的核素的量 (Bq/a);

$L_t = U_t \cdot c_t$ ——通过肉类每年摄入的核素的量 (Bq/a);

$U_1$ 、 $U_p$ 、 $U_m$ 、 $U_t$ ——个人每年摄入不同类食品的量 (kg/a);

$DF_{ing}$ ——食入内照射剂量转换因子 (Sv/Bq)。

(3) 通过吸入再悬浮污染物产生的有效剂量

$$D_{inh} = \frac{C_v \cdot A_i \cdot U_b \cdot DF_{inh}}{\rho}$$

式中:  $D_{inh}$ ——通过吸入途径所产生的有效剂量 (Sv/a);

$C_v$ ——核素在土壤中的浓度 (Bq/cm<sup>3</sup>);

$A_i$ ——再悬浮造成的空气中尘埃的浓度 (g/m<sup>3</sup>);

$U_b$ ——个人呼吸速率 (m<sup>3</sup>/a);

$DF_{inh}$ ——吸入内照射剂量转换因子 (Sv/Bq);

$\rho$ ——土壤密度 (g/cm<sup>3</sup>)。

在计算中关键的是确定再悬浮空气中尘埃的浓度,但由于不同场址在地域及其自然条件的差异,使得对再悬浮因子的确定比较困难,一些国家,例如美国则采用实测的方法,即先对其国内大部分厂址进行实测,取其平均值直接用于计算。

(4) 通过饮水途径引起的内照射剂量的计算

通过饮水途径所造成的公众的照射剂量可由下式计算

$$D_{dw} = c_{dw} \cdot U_{dw} \cdot DF_{ing}$$

式中:  $D_{dw}$ ——通过饮水途径产生的个人年有效剂量 (Sv/a);

$c_{dw}$ ——核素在水中的浓度 (Bq/L);

$U_{dw}$ ——个人饮水量 (L/a);

$DF_{ing}$ ——食入内照射剂量转换因子 (Sv/Bq)。

受污染厂址的放射性核素通过降雨被浸出后入渗到地下水而造成地下水的污染。而且在计算中假定是全场址浸出然后点源瞬时释放,因此是保守的假定。对水中的放射性核素浓度的计算方法有很多,在此采用较为保守的最小稀释倍数法进行计算。该方法是通过求出最小稀释倍数,从而由释放浓度得出下游方向  $x$  距离处地下水中核素的最大浓度,在计算剩余放射性可接受水平时,假定井位距释放点 100m。

$$c_{max}(x, t) = c_0(0, 0) / D_{min}$$

式中:  $c_{max}(x, t)$ —— $t$  时刻,下游  $x$  米处的最大浓度 (Bq/cm<sup>3</sup>);

$D_{min}$ —— $t$  时刻下游  $x$  米处的最小稀释倍数;

$c_0(0, 0)$ ——在  $t=0, x=0$  时瞬时释放的核素在水中浓度 (Bq/cm<sup>3</sup>)。

污染厂址中地下水中放射性核素的初始浓度可以通过下式进行计算：

$$c_0(0,0) = \frac{R_i(t)}{I \cdot A}$$

$$R_i(t) = L_i \cdot \rho \cdot A \cdot T \cdot c_i$$

式中： $R_i(t)$ ——核素由土壤向地下水的释放速率(Bq/a)；

$I$ ——大气降水年入渗到土壤中的水量(cm/a)，等于(1—径流份额)×年降水量—年蒸发量—年蒸腾量+年灌溉量；

$A$ ——污染场址面积( $\text{cm}^2$ )；

$L_i$ ——核素 $i$ 的浸出率( $\text{a}^{-1}$ )；

$\rho$ ——污染土壤层的总体土壤密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$T$ ——污染土壤层深度(cm)；

$c_i$ ——污染厂区放射性核素 $i$ 在土壤中的浓度(Bq/g)。

在有界含水层表面释放点下游的某个距离上，可以认为浓度在垂直方向已混合均匀了，靠近释放点，或者在无限含水层中，含水层的下边界会影响垂直弥散，在这两个区之间，有一个不能认为浓度是混合均匀的区域，边界（顶和底）影响着弥散。在厚度不变的均匀有界含水层中，垂直的混合程度可表示为：

$$\phi = \frac{b^2}{a_T \cdot x}$$

式中： $a_T$ ——垂（横）向弥散度（cm）；

$b$ ——含水层厚度（cm）；

$x$ ——释放点到下游的距离（cm）。

可以用 $\phi$ 值近似表达上述三个区域含水层特征：

A：若 $\phi < 3.3$ ，垂向混合均匀程度大于90%

B： $3.3 < \phi < 12$ ，释放物既无完全混合，又不受边界影响

C： $\phi > 12$ ，释放物受含水层垂直边界影响不超过10%

对上述三个区域，在其下游 $x$ 处的最小稀释倍数分别采用下面公式计算：

$$D_{\min} = R_d 4\pi n_e \frac{\sqrt{a_L a_T x b}}{V_T} \exp(\lambda t) \quad (\phi < 3.3)$$

$$D_{\min} = \frac{R_d 4\pi n_e \sqrt{a_L a_T x b}}{V_T F(\phi)} \exp(\lambda t) \quad (3.3 < \phi < 12)$$

$$D_{\min} = \frac{n_e R_d (4\pi x)^{3/2} \sqrt{a_L a_T^2}}{V_T F(\phi)} \exp(\lambda t) \quad (\phi > 12)$$

式中： $D_{\min}$ ——最小稀释倍数；

$R_d$ ——滞后系数

$$R_d = 1 + \frac{\rho_b}{n_e} \cdot K_d$$

$n_e$ ——有效孔隙度；

$V_T$ ——液体源项体积( $\text{cm}^3$ )；

$a_L, a_T$ ——纵向及横向弥散度(cm) ( $a_L = D_L/U, a_T = D_T/U, D_L, D_T$ 分别为纵(横)向弥散系数, $U$ 为地下水孔隙流速)；

$K_d$ ——放射性核素的分配系数(ml/g)；

$\rho_b$ ——土壤的总体密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$x$ ——下游的距离(cm)；

$b$ ——含水层厚度(cm)；

$t$ ——迁移时间(a) ( $t = \frac{x}{U} R_d, U$  地下游水孔隙流速, cm/a);

$\lambda$ ——放射性衰变常数(a<sup>-1</sup>)。

混合因子  $F(\phi)$  是  $\phi$  的复杂函数, 见下式:

$$F(\phi) = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2}{\phi}\right)$$

$\phi$  值小时,  $F(\phi)$  接近 1.0, 为垂向混合的情况;  $\phi$  值大时,  $F(\phi)$  的斜率为 1/2, 为没有反射混合的情况。

(5) 地表外照射产生的有效剂量  $D_{ext}$  的估算

本工作中, 对于污染土壤层产生的外照剂量转换因子  $DF_{ext}$ , 我们参考有关文献给出的数据, 和我们自己利用  $M-C$  方法计算的结果作了比较, 发现他们之间在合理的误差范围内符合, 因此我们采用自己通过  $M-C$  方法得出的计算值。

a) 污染在土壤中沿深度方向均匀分布, 污染土壤层深 30 cm, 无限大。

b) 土壤密度 1.4 g/cm<sup>3</sup>。

c) 假定无其它覆盖层。

d) 人员在污染土壤区的占有和屏蔽因子为 0.6 (即假定人员全年有 50% 时间在室内, 而室内的剂量率为室外无限大区域上剂量率的 0.7 倍)。且在室外时, 其中有一半时间在非污染区活动。因此占有和屏蔽因子:

$$F_c = 0.5 \times 0.7 + 0.5 \times 0.5 = 0.6$$

$$D_{ext} = c_i \cdot F_c \cdot DF_{ext}$$

上式中:  $D_{ext}$ ——由污染土壤层产生的  $\gamma$  辐射外照年有效剂量 (Sv/a);

$c_i$ ——土壤中污染核素浓度 (Bq/g);

$F_c$ ——占有屏蔽因子 (0.6);

$DF_{ext}$ —— $\gamma$  外照剂量转换因子 (Sv/a) (Bq/g)。

### A.3 放射性物质的衰变与损耗

假定自退役后, 经过一段时间以后才开放和允许公众在厂址内进行活动, 包括永久居住。那么核素在这个过程中的损失率常数可以表示为:

$$\lambda_T = \lambda_R + \lambda_E$$

式中:  $\lambda_T$ ——总损失率常数;

$\lambda_R$ ——核素的衰变率常数;

$\lambda_E$ ——环境损失率常数,  $\lambda_E$  即前面 A.2 节(4) 段中给出的核素浸出率  $L_i$  (a<sup>-1</sup>)。

$$\lambda_E = \frac{R_q}{\theta T \left[ 1 + \left( \frac{\rho}{\theta} K_d \right) \right]}$$

式中:  $R_q$ ——该场址的土壤中水含量的年净增量 cm/a, 为年降雨量 + 年灌溉量 - 年蒸发量 - 年流失量;

$\theta$ ——单位体积土壤中含水量 (ml/cm<sup>3</sup>);

$T$ ——土壤层深度 (cm) (一般取 15 <  $T$  < 30, 计算中假定为 30 cm);

$\rho$ ——土壤密度 (g/cm<sup>3</sup>);

$K_d$ ——核素的分配系数 (ml/g)

### A.4 计算参数的选定

在计算关键居民组剂量时, 考虑到对 <sup>60</sup>Co、<sup>137</sup>Cs 及 <sup>238</sup>U 子体主要是外照射贡献, 对钚主要是吸入贡献, 而对吸入剂量而言, 成人的呼吸比幼儿大出的倍数比剂量因子的差别更加重要。<sup>90</sup>Sr 虽然以食入为主, 但并不以奶为主。因此计算中一律以成人的剂量为准, 是偏保守的。

(1) 个人饮水量\* (L/a)

幼儿(0~7岁)	少年(8~17岁)	成人(≥18岁)
400	500	730

\* 资料来源于《中国核工业三十年辐射环境质量评价》，潘自强等，1990，原子能出版社。

(2) 食谱\*

食 品	谷 类	蔬 菜 类	肉 类	乳 类
消费量(kg/a)	160.2	117.6	21.3	5.2

\* 1) 资料来源于“中国人膳食组成及食入元素和放射性核素摄入量研究(一) 全国性调查结果”，诸洪达等，《辐射防护通讯》，1996. 4, No2.

2) 该数据为1992年29省、市统计结果。

3) 肉类包括猪肉、牛羊肉及禽肉。

(3) 牲畜对饲料及水的消费量\*

动 物	饲料消费量(干),kg/a	水消费量,L/a
牛	5 110	20.075
羊	547.5	2 920
猪	1 533	3 650
家禽	43.8	109.5

\* 资料来源于《中国核工业三十年辐射环境质量评价》，潘自强等，1990，原子能出版社。

(4) 根系层(耕作层)深度\*

15cm

\* 资料来自 John E. Till 等“A Pathway Analysis Approach For Determining Acceptable Levels of Contamination of Radionuclides in Soil”. HEALTH PHYSICS Vol. 55, No3, 1988.

(5) 用于计算核素在植物中转移的土壤表观密度\*

200 kg/m<sup>2</sup>

\* 资料来源同(4)。

(6) 公众呼吸速率\* (m<sup>3</sup>/a)

幼 儿	少 年	成 人
1 400	5 500	8 000

\* 资料来源于《中国核工业三十年辐射环境质量评价》，潘自强等，1990，原子能出版社。

(7) 元素在植物中的浓积因子\*

元 素	干牧草/土壤[(Bq/kg)/(Bq/kg)]	谷物/土壤[(Bq/kg)/(Bq/kg)]
Am	$5.5 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-4}$
Cm	$8.5 \times 10^{-4}$	$6.4 \times 10^{-6}$
Co	$2.0 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-3}$
Cs	$8.0 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$
Pu	$4.5 \times 10^{-4}$	$1.9 \times 10^{-5}$
Sr	$2.5 \times 10^{-0}$	$1.1 \times 10^{-1}$
Th	$8.5 \times 10^{-4}$	$3.6 \times 10^{-5}$
U	$8.5 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$

\* 资料来源同(4)。



(8) 再悬浮后空气中粉尘浓度\*

0.0003 g/m<sup>3</sup>

(9) 土壤密度

1.4 g/m<sup>3</sup>

(10) 元素由根部吸收转入奶及肉类中的转移因子 ( $F_m, F_f$ )\*

元 素	奶(d/L)	肉类(d/kg)
Am	$5.0 \times 10^{-6}$	$2.0 \times 10^{-4}$
Cm	$5.0 \times 10^{-6}$	$2.0 \times 10^{-4}$
Co	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
Cs	$1.2 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-3}$
Th	$5.0 \times 10^{-6}$	$6.0 \times 10^{-6}$
Pu	$2.0 \times 10^{-6}$	$1.4 \times 10^{-5}$
Sr	$8.0 \times 10^{-4}$	$6.0 \times 10^{-4}$
U	$6.0 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-4}$

\* 资料来源同 (4)。

(11) 分配系数\* ( $K_d$ ) ml/g

元 素	$K_d$ (ml/g)
Am	$1.0 \times 10^2$
Cm	$3.2 \times 10^2$
Co	$1.0 \times 10^1$
Cs	$5.0 \times 10^2$
Th	$1.0 \times 10^2$
Pu	$1.0 \times 10^2$
Sr	$7.9 \times 10^0$
U	$4.0 \times 10^1$

\* 资料来源同 (4)。

(12) 厂区污染面积

10 000 m<sup>2</sup>

(13) 厂区污染土壤层深度

30 cm

(14) 污染厂址土壤含水率  $\theta$

0.23 ml/cm<sup>3</sup>

(15) 污染厂址土壤有效孔隙度  $n_e$

0.23

(16) 污染厂址含水层厚度  $b$

500 cm

(17) 污染厂址地下水的纵、横向弥散系数  $D_L, D_T$

2.20 m<sup>2</sup>/d

0.09 m<sup>2</sup>/d

(18) 污染厂址地下水流速  $U$

1.0 m/d

(19) 污染浸出水进入地下水 (假定在场址的中央) 到第一个饮用井的距离  $x$ :

100 m

(20) 厂区降水年入渗量  $I$

0.19 m/a

(21) 核素剂量转换因子 (公众)\*

核素	食入(Sv/Bq)	吸入(Sv/Bq)
$^{60}\text{Co}$	$3.4 \times 10^{-9}$	$3.1 \times 10^{-8}$
$^{90}\text{Sr}$	$2.8 \times 10^{-8}$	$1.6 \times 10^{-7}$
$^{137}\text{Cs}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$3.9 \times 10^{-8}$
$^{239}\text{Pu}$	$2.5 \times 10^{-7}$	$1.2 \times 10^{-4}$
$^{241}\text{Am}$	$2.0 \times 10^{-7}$	$9.6 \times 10^{-5}$
$^{244}\text{Cm}$	$1.2 \times 10^{-7}$	$5.7 \times 10^{-5}$

\*注: 1. 数据为国际原子能机构安全丛书NO. 115(1996)提供的最新数据。

2. 对内照射剂量转换因子选用成人的F、M、S三类中最大的一类数据。

(22)  $^{238}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$  及他们的子体的剂量转换因子\*

核素	食入(Sv/Bq)	吸入(Sv/Bq)
$^{235}\text{U}$ +子体	$4.7 \times 10^{-8}$	$8.5 \times 10^{-6}$
$^{231}\text{Pa}$	$7.1 \times 10^{-7}$	$1.4 \times 10^{-4}$
$^{227}\text{Ac}$ +子体	$1.2 \times 10^{-6}$	$5.7 \times 10^{-4}$
$^{238}\text{U}$ +子体	$4.9 \times 10^{-8}$	$8.0 \times 10^{-6}$
$^{234}\text{U}$	$4.9 \times 10^{-8}$	$9.4 \times 10^{-6}$
$^{230}\text{Th}$	$2.1 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-4}$
$^{226}\text{Ra}$ +子体	$2.2 \times 10^{-7}$	$2.0 \times 10^{-5}$
$^{232}\text{Th}$ +子体	$1.2 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-4}$

\*注: 1)  $^{235}\text{U}$ +子体包括 $^{235}\text{U}$ 、 $^{231}\text{Th}$

$^{227}\text{Ac}$ +子体包括 $^{227}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 、 $^{223}\text{Fr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{219}\text{Rn}$ 、 $^{215}\text{Po}$ 、 $^{211}\text{Pb}$ 、 $^{211}\text{Bi}$ 、 $^{207}\text{Tl}$ 、 $^{211}\text{Po}$

$^{238}\text{U}$ +子体包括 $^{238}\text{U}$ 、 $^{234}\text{Th}$ 、 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{Pa}$

$^{226}\text{Ra}$ +子体包括 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{218}\text{Po}$ 、 $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{218}\text{At}$ 、 $^{214}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Tl}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Bi}$ 、 $^{210}\text{Po}$

2) 数据来源同(21)

3)  $^{232}\text{Th}$ +子体包括:  $^{232}\text{Th}$ + $^{228}\text{Ra}$ + $^{228}\text{Ac}$ + $^{228}\text{Th}$ + $3 \times ^{224}\text{Ra}$ + $^{212}\text{Pb}$ + $^{212}\text{Bi}$

(23) 30cm污染土壤层的 $\gamma$ 辐射外照射剂量转换因子( $DF_{\text{ext}}$ )\*

核素	DCF(Sv/a)/(Bq/g)	
	$\rho=1.4\text{g/cm}^3$	$\rho=1.6\text{g/cm}^3$
$^{137}\text{Cs}$ +子体	$1.25 \times 10^{-3}$	$1.27 \times 10^{-3}$
$^{60}\text{Co}$	$5.52 \times 10^{-3}$	$5.58 \times 10^{-3}$
$^{232}\text{Th}$ +子体	$1.85 \times 10^{-3}$	$1.88 \times 10^{-3}$
$^{238}\text{U}$		
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Pa}$ (链1)	$2.72 \times 10^{-5}$	$2.96 \times 10^{-5}$
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{U}$ (链2)	$2.76 \times 10^{-5}$	$3.00 \times 10^{-5}$
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{210}\text{Tl}$ (链3)	$3.63 \times 10^{-5}$	$3.77 \times 10^{-5}$
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{210}\text{Po}$ (链4)	$3.64 \times 10^{-5}$	$3.77 \times 10^{-5}$

续表

核素	DCF(Sv/a)/(Bq/g)	
	$\rho=1.4\text{g/cm}^3$	$\rho=1.6\text{g/cm}^3$
$^{235}\text{U}$		
$^{235}\text{U}\rightarrow^{231}\text{Th}$ (链1)	$2.41\times 10^{-4}$	$2.41\times 10^{-4}$
$^{235}\text{U}\rightarrow^{231}\text{Pu}$ (链2)	$2.98\times 10^{-4}$	$2.98\times 10^{-4}$
$^{235}\text{U}\rightarrow^{211}\text{Po}$ (链3)	$1.00\times 10^{-3}$	$1.00\times 10^{-3}$

\*注:(1) $^{238}\text{U}\rightarrow^{234}\text{Pa}$ (链1)核素包括: $^{238}\text{U}$ 、 $^{234}\text{Th}$ 、 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{Pa}$ (2) $^{238}\text{U}\rightarrow^{234}\text{Ua}$ (链2)核素包括: $^{238}\text{U}$ 、 $^{234}\text{Th}$ 、 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{U}$ (3) $^{238}\text{U}\rightarrow^{210}\text{Tl}$ (链3)核素包括: $^{238}\text{U}$ 、 $^{234}\text{Th}$ 、 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{218}\text{Po}$ 、 $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{214}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Tl}$ (4) $^{238}\text{U}\rightarrow^{210}\text{Po}$ (链4)核素包括: $^{238}\text{U}$ 、 $^{234}\text{Th}$ 、 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{Pa}$ 、 $^{234}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{222}\text{Rn}$ 、 $^{218}\text{Po}$ 、 $^{214}\text{Pb}$ 、 $^{214}\text{Bi}$ 、 $^{214}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Tl}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Bi}$ 、 $^{210}\text{Po}$ (5) $^{235}\text{U}\rightarrow^{231}\text{Th}$ (链1)核素包括: $^{235}\text{U}$ 、 $^{231}\text{Th}$ (6) $^{235}\text{U}\rightarrow^{231}\text{Pu}$ (链2)核素包括: $^{235}\text{U}$ 、 $^{231}\text{Th}$ 、 $^{231}\text{Pu}$ (7) $^{235}\text{U}\rightarrow^{211}\text{Po}$ (链3)核素包括: $^{235}\text{U}$ 、 $^{231}\text{Th}$ 、 $^{231}\text{Pu}$ 、 $^{227}\text{Ac}$ 、 $^{227}\text{Th}$ 、 $^{223}\text{Fr}$ 、 $^{223}\text{Ra}$ 、 $^{219}\text{Rn}$ 、 $^{215}\text{Po}$ 、 $^{211}\text{Pb}$ 、 $^{211}\text{Bi}$ 、 $^{207}\text{Tl}$ 、 $^{211}\text{Po}$ (8) $^{232}\text{Th}$  包括其所有子体核素

## A.5 计算结果

所得计算结果见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 土壤污染水平为 1Bq/g 情况下几种放射性核素对个人所产生的年照射剂量和基于年剂量约束值为 0.1mSv 所导出的土壤中剩余放射性可接受水平

核素	外照射剂量 (Sv/a)	食入内照射剂量 (Sv/a)	吸入内照射剂量 (Sv/a)	饮水产生的内照射剂量 (Sv/a)	总剂量 (Sv/a)	可接受水平 (Bq/g)
Co-60	$3.3\times 10^{-3}$	$2.9\times 10^{-6}$	$7.4\times 10^{-8}$	$1.3\times 10^{-5}$	$3.3\times 10^{-3}$	$3.0\times 10^{-2}$
Sr-90	0	$8.8\times 10^{-4}$	$3.8\times 10^{-7}$	$1.1\times 10^{-4}$	$9.8\times 10^{-4}$	$1.0\times 10^{-1}$
Cs-137	$7.5\times 10^{-4}$	$5.1\times 10^{-5}$	$1.6\times 10^{-8}$	0	$8.0\times 10^{-4}$	$1.2\times 10^{-1}$
Pu-238	0	$1.2\times 10^{-6}$	$2.6\times 10^{-4}$	0	$2.7\times 10^{-4}$	$3.8\times 10^{-1}$
Pu-239	0	$1.3\times 10^{-6}$	$2.9\times 10^{-4}$	$8.8\times 10^{-6}$	$3.0\times 10^{-4}$	$3.4\times 10^{-4}$
Am-241	0	$6.1\times 10^{-3}$	$2.3\times 10^{-4}$	$5.4\times 10^{-6}$	$2.4\times 10^{-4}$	$4.1\times 10^{-1}$
Cm-244	0	$2.1\times 10^{-7}$	$1.4\times 10^{-4}$	0	$1.4\times 10^{-4}$	$7.3\times 10^{-1}$
Th-232+D	$1.1\times 10^{-3}$	$7.1\times 10^{-6}$	$4.3\times 10^{-4}$	$4.1\times 10^{-5}$	$1.6\times 10^{-3}$	$6.3\times 10^{-2}$

注: Th-232+D 包括其所有子体核素。

表 A.2 土壤污染水平为 1Bq/g 情况下 $^{235}\text{U}$  及  $^{238}\text{U}$  对个人所产生的年照射剂量和基于年剂量约束值为 0.1mSv 所导出的土壤中剩余放射性可接受水平

核素	外照射剂量 (Sv/a)	食入内照射剂量 (Sv/a)	吸入内照射剂量 (Sv/a)	饮水产生的内照射剂量 (Sv/a)	总剂量 (Sv/a)	可接受水平 (Bq/g)
U-238						
链1	$1.6\times 10^{-5}$	$1.4\times 10^{-5}$	$1.9\times 10^{-5}$	$1.1\times 10^{-5}$	$6.0\times 10^{-5}$	$1.6\times 10^0$
链2	$1.7\times 10^{-5}$	$2.8\times 10^{-5}$	$4.2\times 10^{-5}$	$2.2\times 10^{-5}$	$1.1\times 10^{-4}$	$9.1\times 10^{-1}$
链3	$2.2\times 10^{-3}$	$9.0\times 10^{-5}$	$2.8\times 10^{-4}$	$6.8\times 10^{-5}$	$2.6\times 10^{-3}$	$3.8\times 10^{-2}$
链4	$2.2\times 10^{-3}$	$7.4\times 10^{-4}$	$3.3\times 10^{-4}$	$5.5\times 10^{-4}$	$3.8\times 10^{-3}$	$2.6\times 10^{-2}$

续表

核素	外照射剂量 (Sv/a)	食入内照射剂量 (Sv/a)	吸入内照射剂量 (Sv/a)	饮水产生的内 照射剂量 (Sv/a)	总剂量 (Sv/a)	可接受水平 (Bq/g)
<sup>238</sup> U						
链 1	$1.4 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-5}$	$2.0 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-1}$
链 2	$1.8 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-4}$	$3.6 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-4}$	$9.3 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-1}$
链 3	$6.0 \times 10^{-4}$	$5.8 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-4}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-2}$

- 注：(1) <sup>238</sup>U 链 1 为 <sup>238</sup>U → <sup>234</sup>Pa，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa
- (2) <sup>238</sup>U 链 2 为 <sup>238</sup>U → <sup>234</sup>U，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa、<sup>234</sup>U
- (3) <sup>238</sup>U 链 3 为 <sup>238</sup>U → <sup>210</sup>Tl，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa、<sup>234</sup>U、<sup>226</sup>Ra、<sup>222</sup>Rn、<sup>218</sup>Po、<sup>214</sup>Pb、<sup>218</sup>At、<sup>214</sup>Po、<sup>210</sup>Tl
- (4) <sup>238</sup>U 链 4 为 <sup>238</sup>U → <sup>210</sup>Po，核素包括：<sup>238</sup>U、<sup>234</sup>Th、<sup>234m</sup>Pa、<sup>234</sup>Pa、<sup>234</sup>U、<sup>226</sup>Ra、<sup>222</sup>Rn、<sup>218</sup>Po、<sup>214</sup>Pb、<sup>218</sup>At、<sup>214</sup>Po、<sup>210</sup>Tl、<sup>210</sup>Pb、<sup>210</sup>Bi、<sup>210</sup>Po
- (5) <sup>235</sup>U 链 1 为 <sup>235</sup>U → <sup>231</sup>Th，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th
- (6) <sup>235</sup>U 链 2 为 <sup>235</sup>U → <sup>231</sup>Pu，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th、<sup>231</sup>Pu
- (7) <sup>235</sup>U 链 3 为 <sup>235</sup>U → <sup>211</sup>Po，核素包括：<sup>235</sup>U、<sup>231</sup>Th、<sup>231</sup>Pu、<sup>227</sup>Ac、<sup>227</sup>Th、<sup>223</sup>Fr、<sup>223</sup>Ra、<sup>219</sup>Rn、<sup>215</sup>Po、<sup>211</sup>Pb、<sup>211</sup>Bi、<sup>207</sup>Tl、<sup>211</sup>Po



# 中华人民共和国国家标准

GB 4075—2009  
代替 GB 4075—2003

---

## 密封放射源 一般要求和分级

Sealed radioactive sources—General requirements and classification

(ISO 2919:1999, Radiation protection—Sealed radioactive sources—  
General requirements and classification, MOD)

2009-03-13 发布

2010-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分级和表示方法 .....	2
5 活度水平规定 .....	4
6 性能要求 .....	5
7 检验方法 .....	6
8 源标识 .....	9
9 源证书 .....	10
10 质量保证 .....	10
附录 A (资料性附录) 放射性核素毒性分组 .....	11
附录 B (资料性附录) 密封放射源证书举例 .....	13
附录 C (资料性附录) 恶劣环境条件下的一般要求 .....	14
附录 D (资料性附录) 附加检验 .....	15
参考文献 .....	16

## 前 言

本标准的第4章、第5章、第6章、第8章、第9章和第10章为强制性的,其余为推荐性的。

本标准修改采用 ISO 2919:1999《密封放射源 一般要求和分级》。

本标准与 ISO 2919:1999 相比存在如下技术性差异:

- 删除了国际标准的前言和引言;
- 4.1 中分级表示方法按中国的实际情况进行修改;
- 第8章中增加了源编码。

本标准代替 GB 4075—2003《密封放射源 一般要求和分级》。本标准与 GB 4075—2003 相比主要有以下变化:

- a) 将原标准中所有“GB/T 15849—1995”改为“GB 15849—1995”;
- b) 增加了规范性引用文件环发[2004]118号《放射源编码规则》;
- c) 在4.1 分级表示方法中 GB 之后增加标准号 4075,修改为 GB 4075/××××/C(或 E)×××××(×);
- d) 在6.1 中增加了污染检验的污染量要求;
- e) 将7.6.1.1 中 b)、c)项合并,修改为撞针高度(6.0±0.2)mm,直径(3.0±0.1)mm;
- f) 在第8章 源标识、第9章 源证书和附录 B 中增加了放射源编码;
- g) 删除第8章中的表述“(见 ISO 361)”及“包壳的标识应在密封源检验前进行”;
- h) 对图1 弯曲检验参数进行了修改;
- i) 对附录 B 证书表述进行修改;
- j) 将附录 D 引用的文件均作为规范性引用文件列出;
- k) 将参考文献中 1 的版本升级为 2005 版;
- l) 对某些文字进行修改以使技术含义更加明确。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 均为资料性附录。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国原子能科学研究院。

本标准主要起草人:段利民、龚凌凌。

本标准于 1983 年 12 月 24 日首次发布,2003 年 3 月 24 日第一次修订。

## 密封放射源 一般要求和分级

### 1 范围

本标准以测试性能为基础建立了密封放射源分级体系,并对源的性能、要求、检验方法、标识和证书等作了规定。

本标准对密封放射源生产者提供了评价其产品在使用中安全性的系列检验,同时也便于使用者选择满足使用要求的放射源类型,特别是对关注防止因放射性物质泄漏而造成电离辐射照射的场所选择放射源类型时能提供帮助。本标准也可为管理部门提供指导。

这些检验分为几组,例如,包括暴露于异常高温和低温检验以及各种机械检验。每项检验适用于不同的严格程度。检验结果是否通过,取决于密封放射源内容物是否泄漏。

注 1: 泄漏检验方法见 GB 15849—1995。

表 4 给出了对密封放射源主要典型使用中的每种应用和建议的检验级别。广义来说,这些检验是对各种使用的最低要求,在一些特别恶劣条件下使用时(见附录 C)所须考虑的因素列于 4.2。

注 2: 生产者和检验机构应按 GB/T 19001—2000 分别制定质量保证大纲。

本标准不按源的设计、制造方法或发出辐射的刻度方法分级,本标准不包括核反应堆内的放射性物质(含密封源)和燃料元件。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 15849—1995 密封放射源的泄漏检验方法(eqv ISO 9978: 1992)

GB/T 19001—2000 质量管理体系 要求(idt ISO 9001: 2000)

《放射源编码规则》(环发[2004]118号)

### 3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

#### 3.1

**包壳 capsule**

防止放射性物质泄漏的保护性壳。

#### 3.2

**假密封源 dummy sealed source**

某种密封放射源的复制品,其包壳的结构和材料与密封放射源完全相同,但源芯中的放射性物质用物理和化学性质相似的物质代替。

#### 3.3

**注量率 fluence rate**

在确定几何条件下,密封放射源在单位时间内放出的电离辐射粒子数和/或光子数。

注:最好用术语辐射注量率表示。

#### 3.4

**泄漏 leakage**

放射性物质从密封放射源内逸入环境中。



3.5

**密封 leak tight**

用于密封放射源的术语,指经检验密封放射源的泄漏量不高于 GB 15849—1995 表 1 中给出的限值。

3.6

**型号 model designation**

用于标识密封放射源具体类型的专用名称(数字、代号或两者的组合)。

3.7

**不可浸出的 non-leachable**

指密封放射源内的放射性物质实际上不溶于水,也不可能转变为可扩散物质。

3.8

**原型密封源 prototype sealed source**

某种放射源的原始样品,它是制造所有具有相同型号密封放射源的模型。

3.9

**质量保证 quality assurance**

为了提供足够的信任表明实体能够满足质量要求,而在质量体系中实施并根据需要进行证实的全部有计划和有系统的活动。

3.10

**放射性核素毒性 radiotoxicity**

放射性核素进入人体内,其放出的辐射对人体产生损伤的程度。

3.11

**密封放射源 sealed source**

密封在包壳内或与某种材料紧密结合的放射性物质。在规定的使用条件下和正常磨损下,这种包壳或结合材料足以保持源的密封性。

3.12

**模拟密封放射源 simulated sealed source**

某种密封放射源的复制品,其包壳的结构和材料与其代表的真实密封源完全相同,但放射性物质采用物理和化学性质尽可能相近的物质代替,且仅含示踪量的放射性物质。

注:示踪剂应能溶于溶剂中,溶剂不能侵蚀包壳,且示踪剂具有与在试验环境使用相一致的最大活度(例如,约  $1\text{MBq}^{137}\text{Cs}$ )。

3.13

**源组件 source assembly**

包含在源托内或紧贴在源托上的密封源。

3.14

**源托 source holder**

用以固定或承载源的固定的或可移动的机械装置。

3.15

**装置中源 source in device**

照射时保存在屏蔽装置内的密封源,因此使用时可提供一定的机械保护。

## 4 分级和表示方法

### 4.1 表示方法

密封源的分级表示方法是,用 GB 4075/,之后用四位数字表示确定分级所用标准的批准年份,随后

是斜线分隔符号(/),再加一个字母,然后是五个数字和包括一个或多个数字的括弧。

字母必须是 C 或 E:

——C 表示密封源的活度不超过表 3 规定的水平。

——E 表示密封源的活度超过表 3 规定的水平。

五个数字表示级别,按表 2 次序分别为:温度特性、外压力特性、冲击特性、振动特性和穿刺特性。

如果需要,可以在括弧内加一个数字或多个数字表示已通过了弯曲检验的源的类别。某些特定形状的源(细长源,近距离治疗针)的弯曲检验见表 1,具体要求见 7.7。为了满足检验准则,可能要进行多次重复试验并对检验作出描述。如不要求进行弯曲检验,则括弧可以省略。

示例:

——一个典型无防护工业照相源可表示为:“GB 4075/2003/C43515(1)”或“GB 4075/2003/C43515”;

——一个典型近距离治疗源可表示为“GB 4075/2003/C53211(8)”;

——一个典型辐照装置源可表示为“GB 4075/2003/C53424(4.7)”。

## 4.2 分级

分级等级见表 1 和表 2。表 2 给出了按严格程度递增的各个级别的环境检验条件。

表 1 弯曲检验等级

弯曲检验等级	1	2	3	4	5	6	7	8	×
参照条款	免检	弯曲检验 7.7.1	弯曲检验 7.7.1	弯曲检验 7.7.1	弯曲检验 7.7.1	弯曲检验 7.7.1	弯曲检验 7.7.2	弯曲检验 7.7.3	特殊 检验
静压力 S.F. =		100 N (10.2 kg)	500 N (51 kg)	1 000 N (102 kg)	2 000 N (204 kg)	4 000 N (408 kg)			

表 2 密封源性能分级(用 5 个数字表示)

检验内容	级 别						
	1	2	3	4	5	6	×
温度	免检	-40 ℃(20 min) +80 ℃(1 h)	-40 ℃(20 min) +180 ℃(1 h)	-40 ℃(20 min) +400 ℃(1 h)及 400 ℃到 20 ℃的 热冲击	-40 ℃(20 min) +600 ℃(1 h)及 600 ℃到 20 ℃的 热冲击	-40 ℃(20 min) +800 ℃(1 h)及 800 ℃到 20 ℃的 热冲击	特殊 检验
外压	免检	由绝对压力 25 kPa至大气压	由绝对压力 25 kPa至 2 MPa	由绝对压力 25 kPa至 7 MPa	由绝对压力 25 kPa至 70 MPa	由绝对压力 25 kPa至 170 MPa	特殊 检验
冲击	免检	50 g,下落距离 1m 或等值冲击能	200 g,下落距离 1 m 或等值冲击能	2 kg,下落距离 1 m 或等值冲击能	5 kg,下落距离 1 m 或等值冲击能	20 kg,下落距离 1 m 或等值冲击能	特殊 检验
振动	免检	在 49 ms <sup>-2</sup> (5 g) <sup>a</sup> 条件下 25 Hz 至 500 Hz 试验 3 次, 每次 10 min	在 49 ms <sup>-2</sup> (5 g) <sup>a</sup> 条件下 25 Hz 至 50 Hz 在峰与峰之间 振幅为 0.635 mm 时,50 Hz 至 90 Hz 和在 98 ms <sup>-2</sup> (10 g) <sup>a</sup> 条件下 90 Hz 至 500 Hz 以上均试验 3 次, 每次 10 min	在峰与峰之间振 幅为 1.5 mm 时, 25 Hz 至 80 Hz 和 在 196 ms <sup>-2</sup> (20 g) <sup>a</sup> 条件下 80 Hz 至 2 000 Hz 以上均试 验 3 次,每次 30 min	不需要	不需要	特殊 检验
穿刺	免检	锤重 1 g,下落距 离 1 m 或等值冲击 能	锤重 10 g,下落 距离 1 m 或等值冲 击能	锤重 50 g,下落 距离 1 m 或等值冲 击能	锤重 300 g,下落 距离 1 m 或等值冲 击能	锤重 1 kg,下落 距离 1 m 或等值冲 击能	特殊 检验

<sup>a</sup> 加速的最大振幅。

表 4 给出的分级未考虑火灾、爆炸及腐蚀的影响。在评价密封源时,生产者和使用者需考虑火灾、爆炸及腐蚀等事件的可能性及此类事件可能造成的后果。当确定需要进行特殊检验时,应考虑下述因素:

- a) 放射性物质泄漏所造成的后果;
- b) 密封源内放射性物质的量;
- c) 放射性核素毒性;
- d) 放射性物质的物理和化学形态;
- e) 源贮存、转移及使用的环境;
- f) 密封源或源—装置组合所提供的防护情况。

必要时,使用者和生产者应商定密封源的附加检验。

附录 D 给出了特殊检验的实例。

#### 4.3 级别确定

每一类型密封源的级别应采用以下方法之一来确定:

——按表 2 所示的每项检验,要用同种类型(样品源、假密封源或模拟源)的两个源进行实际检验。

——如果以前已进行过这些检验,并已证明密封源合格。

每项检验可以采用不同的样品。

应以检验后密封源能否保持它的密封性能来确定是否符合标准。每项检验后,应用肉眼检查源完整性的损坏情况,还应按照 GB 15849—1995 进行适当的泄漏试验。当用模拟源做泄漏检测时,所选方法的灵敏度应适当。

当密封源有多层包壳时,经检验至少有一层包壳密封,就确定为检验合格。

#### 5 活度水平规定

附录 A 给出了四个放射性核素毒性组,规定的密封源活度值见表 3,活度低于该规定值的,对具体用途和设计不要求进行单独评价。

表 3 按放射性核素毒性分组规定的活度水平

放射性核素组 (见附录 A)	规定活度/TBq(Ci)	
	可浸出的 <sup>a</sup>	不可浸出的 <sup>b</sup>
A	0.01(约 0.3 Ci)	0.1(约 3 Ci)
B1	1(约 30 Ci)	10(约 300 Ci)
B2	10(约 300 Ci)	100(约 3 000 Ci)
C	20(约 500 Ci)	200(约 5 000 Ci)

<sup>a</sup> 可浸出的:依据 GB 15849—1995 中 5.1.1 规定,将源芯浸在 50 °C 100 mL 静水中,4 h,水中的放射性活度大于总活度 0.01%。

<sup>b</sup> 不可浸出的:依据 GB 15849—1995 中 5.1.1 规定,将源芯浸在 50 °C 100 mL 静水中,4 h,水中的放射性活度低于总活度 0.01%。

密封源的活度超过规定值时,应对具体用途和设计作进一步评价。为了便于分级,生产时应根据表 3 考虑密封源的活度水平。

除非需要,只有当密封源活度超过表 3 所示规定值时才须考虑对火灾、爆炸、腐蚀和放射性核素毒性的影响进行评价。如果活度超过规定值,则应根据不同情况来考虑密封源的分级。如果活度不超过表 3 的规定值,无须进一步考虑毒性和可溶性就可直接使用表 4。

## 6 性能要求

## 6.1 一般要求

所有密封源在制造后均应进行检验,污染检验值小于 200 Bq,即视为该源通过污染检验。该检验应按 GB 15849—1995 中 5.3 规定的试验之一进行。

所有密封源在制造后均应进行检验,以确保不泄漏。该检验应按 GB 15849—1995 规定的一种或一种以上方法进行。

所有密封源在制造后均应进行测量,以确定其辐射输出量。

密封源所含放射性物质的活度均应进行估算。这可以通过辐射输出量的测量结果或通过生产所用的该批投料的放射性测量进行估算。

密封源样品应按本标准第 7 章所述方法进行检验,按第 4 章的规定进行分级。

表 4 典型使用的密封放射源级别(性能)要求

密封源使用方式		密封源级别(由检验确定)				
		温度	压力	冲击	振动	穿刺
工业射线照相	密封源	4	3	5	1	5
	装置中源	4	3	3	1	3
医用	射线照相	3	2	3	1	2
	γ 射线远距离治疗	5	3	5	2	4
	近距离治疗[6] <sup>a</sup>	5	3	2	1	1
	表面敷贴器 <sup>b</sup>	4	3	3	1	2
γ 仪表(中、高能)	无防护源	4	3	3	3	3
	装置中源	4	3	2	3	2
β 仪表、低能 γ 仪表或 x 射线荧光分析 <sup>b</sup>		3	3	2	2	2
油田测井		5	6	5	2	2
便携式湿度计和密度计(包括手提或车载)		4	3	3	3	3
一般中子源应用(不包括反应堆启动)		4	3	3	2	3
仪器刻度源,活度>1MBq		2	2	2	1	2
γ 辐照源[3],[5]	I 类 <sup>b</sup>	4	3	3	2	3
	II、III 和 IV 类 <sup>c</sup>	5	3	4	2	4
离子发生器	色谱	3	2	2	1	1
	静电消除器	2	2	2	2	2
	感烟探测器 <sup>b</sup>	3	2	2	2	2
<sup>a</sup> 这种类型的源在使用时可能会严重变形,生产者和使用者应商定附加的或专门的检验程序。 <sup>b</sup> 不包括充气源。 <sup>c</sup> 可以用装置中源或源组件作检验。						

每个密封源均应按第 8 章的要求进行标识,按第 9 章的要求提供包括检验结果等内容的证书。

密封源包壳在物理和化学性质上应与内容物相容。如果密封源直接由照射生产,则包壳不应含有显著量的放射性物质,除非这种物质能牢固地与包壳材料相结合,且能表明密封源是不泄漏的。

模拟源的示踪剂应能溶于溶剂中,溶剂不能浸蚀包壳,且所用示踪剂的量具有适合在试验环境下进

行泄漏检验的最大活度(例如,约  $1\text{MBq}^{137}\text{Cs}$ )。

## 6.2 典型使用要求

密封源、源组件或装置中源的某些典型使用及其最低性能要求见表 4。

有可能要求一种或多种弯曲试验,规定见 7.7。

活性区长度( $L$ )与最小外包壳直径( $D$ )之比大于或等于 15(即  $L/D \geq 15$ )的检验源,要求的弯曲检验见 7.7.1。例如,用于 I 类辐照装置的密封源,要求达到 4 级,II、III 和 IV 类辐照装置则要求达到 5 级。

活性区长度( $L$ )与最小外包壳直径( $D$ )之比等于 10 或大于 10(即  $L/D \geq 10$ )的检验源及活性区长度等于或大于 100 mm(即  $L \geq 100\text{ mm}$ )的检验源,要求的弯曲检验见 7.7.2,且要达到 7 级。

活性区长度( $L$ )大于或等于 30 mm(即  $L \geq 30\text{ mm}$ )的近距离治疗针类密封源,要求的弯曲检验见 7.7.3,且要求达到 8 级。

这些要求考虑了正常使用和适当的意外危险,但不包括暴露在火灾、爆炸或腐蚀中的情况。密封源通常安装在装置内,在确定某特定用途的级别数值时,考虑了由装置提供的对密封源的附加保护。因此,对表 4 列出的全部用途来说,相应级别数值所规定的检验,密封源都需进行。离子发生器型除外,它可用整个源组件或装置中源进行检验。

这些规定的检验未覆盖所有密封源的使用情况,特殊使用条件或与潜在事故相关的情况与表 4 规定的分级不完全一致,生产者和使用者应根据不同情况,考虑进行合适的检验。

表 4 所示的数字指表 2 中的级别数字。

注:IAEA 有关对特殊形式的放射性物质[1]的检验,不宜普遍采用,但作为附加检验是适当的。

## 6.3 确定级别的程序和性能要求

6.3.1 由附录 A 确定放射性核素毒性组。

6.3.2 根据表 3 确定规定的活度值。

6.3.3 如果密封源的活度不超过表 3 规定的活度值,应对火灾、爆炸、腐蚀等作危险性评估,如果确认没有重大危险,密封源及其使用可按最低级别要求(见 6.2)。如确认会产生重大危险,则须对要求的试验进行全面评估(见 4.2),同时要特别注意温度和冲击所造成的危险性。

6.3.4 如果密封源活度超过表 3 允许水平,则应对要求的试验分别予以评价,包括源的设计、特定用途以及由于火灾、爆炸、腐蚀等所造成的危险。

6.3.5 在确定了特定使用或用途要求密封源的最低级别后,可直接由表 1 和表 2 得到要求的性能标准。

6.3.6 密封源的级别可由表 1、表 2 确定,也可按表 4 来选择合适的应用。

由于表 2 是按严格的程度递增的顺序,从 1 级~6 级排列的,因此已确定级别的密封源可适用于任何具有相同或低于严格特定性能要求的场合。

## 7 检验方法

### 7.1 概述

本章所给出的检验方法是确定性能等级可接受的。全部规定的指标是最低要求。其他方法,如果能证明至少与本章方法等效也可采用。除温度检验外,所有的检验都应在环境温度下进行。

检验后源的级别应按 4.3 来判定。

### 7.2 温度检验

#### 7.2.1 装置

加热或冷却装置中检验区域的体积至少为样品体积的 5 倍。如果用煤气或燃料油加热,整个检验

过程中,应始终保持氧化气氛。

### 7.2.2 方法

所有检验均须在大气中进行。

注:低温检验中,允许采用能获得比要求温度更低的二氧化碳(干冰气氛)。

进行低于环境温度检验的密封源,应在 45 min 内从环境温度降至检验温度。进行高于环境温度检验的密封源,应在不大于表 5 规定的时间内,从环境温度升至检验温度。

表 5 高于环境温度检验的温度-时间关系

检验温度/℃	最大时间限值/min
80	5
180	10
400	25
600	40
800 <sup>a</sup>	70

<sup>a</sup> 6 级温度检验与 IAEA 规定的试验方法相似[1]。

对于 2 级和 3 级检验,密封源至少在检验温度以上保持 1 h,然后在炉内或实验室氛围中慢慢降温至环境温度。

对 4 级、5 级、6 级检验,密封源至少在检验温度以上保持 1 h,热冲击时在 15 s 之内将样品投入环境温度(20 ℃左右)的水中,每分钟水流量应至少为源体积的 10 倍,如用静水,则水量应至少为源体积的 20 倍。

### 7.3 外压检验

#### 7.3.1 设备

压力计应是刚校准过的,且其压力量程至少比检验压力大 10%。真空计至少能读出 20 kPa 绝对气压。低压和高压检验可以在不同的小室中进行。

#### 7.3.2 方法

将密封源放置于小室内,并使其暴露在检验压力下,此操作进行两次,每次 5 min。两次检验操作之间压力应恢复至大气压。

低压检验在空气中进行,高压检验采用液压法,并使密封源处于水的介质中。

注:液压油不能直接与密封源接触,因为可能会暂时堵塞漏孔。

### 7.4 冲击检验

#### 7.4.1 设备

7.4.1.1 钢锤,上部安装有固定装置,下部是一个直径为(25±1)mm 的平底冲击面,边角倒圆,半径为(3.0±0.3)mm。钢锤的重心刚好落在冲击面圆形中轴线上,中轴线穿过固定装置的固定点。每个等级检验钢锤质量见表 2。

7.4.1.2 钢砧,其质量至少为钢锤的 10 倍,安装要牢固,使其在冲击时不产生位移,且其表面应为一个大的平面,足以承载整个密封源。

#### 7.4.2 方法

依据表 2,按所确定的检验等级选择钢锤质量。

调节钢砧上密封源上部至钢锤下表面距离,使跌落高度为 1 m,让薄弱的源表面对准钢锤,然后释放钢锤。

### 7.5 振动检验

#### 7.5.1 设备

能完成规定检验内容的振动装置。

### 7.5.2 方法

将源紧固在振动装置的平台，以便在整个检验过程中源与平台连成一体。

2级和3级检验，对规定的每个条件，密封源需进行三次完整的试验。检验时，以匀速方式扫过范围内所有频率，从最小频率至最大频率，10 min 或更长一段时间后，扫回至最小频率。源的每个轴向按下述规定试验。此外，如发现共振频率，在每一共振频率下继续试验 30 min。

4级检验，对规定的每个条件，密封源需进行三次完整的试验。检验时，以匀速方式扫过所有频率范围，从最小频率至最大频率，30 min 或更长一段时间后，扫回至最小频率。源的每个轴向按下述规定试验。此外，如发现共振频率，在每一共振频率下继续试验 30 min。

为达检验目的，最多要对三个轴向做检验，球型源取任一轴向，椭圆形和/或圆盘形源截面有两个轴向，一是旋转轴，另一个轴是在任一垂直于对称轴平面内选取。其他形状源的三个轴向，取平行于有代表性几何外形断面作为轴向。

## 7.6 穿刺检验

### 7.6.1 设备

#### 7.6.1.1 钢锤

上部安装一固定装置，下部牢固地固定一撞针。撞针应具有下述特性：

- a) 洛氏硬度：50 至 60(RockwellC)；
- b) 撞针高度： $(6.0 \pm 0.2)$ mm，直径： $(3.0 \pm 0.1)$ mm；
- c) 冲击表面为半球形。

撞针的中心线应与钢锤固定装置的重心及固定点在一直线上，钢锤及撞针的质量由检验级别确定。

#### 7.6.1.2 淬火钢砧

钢砧须牢牢固定，其质量至少为钢锤的 10 倍，钢砧与密封源之间的接触面应足够大，为防止在进行穿刺检验时该表面变形，必要时可在密封源与钢砧间安装合适形式的垫块。

### 7.6.2 方法

按表 2 选择相应级别的钢锤和撞针质量。

将密封源放在钢砧上，先测量密封源上部至撞针下端之间的距离，调节跌落高度至少为 1 m，然后释放。事先必须给密封源定位，使撞针落在密封源最薄弱面上，如果密封源不止一个薄弱面，则每个薄弱面都应检验。

如果密封源尺寸和质量太小，可采用光滑的垂直导管，使撞针冲击在穿刺点上。

## 7.7 弯曲检验

### 7.7.1 $L/D \geq 15$ 的密封源的弯曲检验

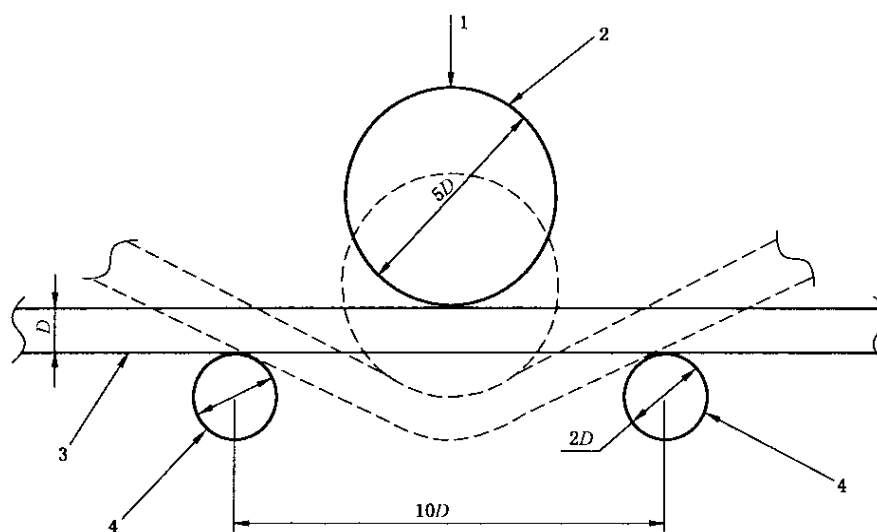
$L/D \geq 15$  的密封源，应进行此项弯曲检验。此处， $L$  为活性区长度， $D$  为最小外包壳直径或沿着活性区长度上垂直于密封源主轴的最小外包壳尺寸。

弯曲检验分级是根据施加的静压力，使用如图 1 所示检验参数和三个圆柱。所有三个圆柱不能旋转且纵轴应相互平行。圆柱表面应光滑，且有足够的长度以在检验过程中给源包壳提供足够的接触面。所有圆柱为实心材料，其硬度为洛氏硬度 50~55。加静压力时，须注意不能突然加力，因为这样会增加有效压力。

静压力应施予密封源最脆弱的部分。

每个等级弯曲检验所加静压力见表 1。

易弯曲密封源检验时，将源置于试验卡具上，同时使用中间圆柱超过两个静止支撑圆柱的主轴所组成的平面上，检验后如能保持源的完整性，则判定弯曲检验合格。



- 1—静压力；  
 2— $5D$ —受压圆柱；  
 3—密封源；  
 4— $2D$ —支撑圆柱。

图 1 弯曲检验参数

#### 7.7.2 $L/D \geq 10$ 且 $L \geq 100$ mm 密封源的弯曲检验

$L/D \geq 10$  以及  $L \geq 100$  mm 的密封源应进行此项弯曲检验,这里, $L$  为活性区长度, $D$  为最小外包壳直径或沿活性区长度上垂直于密封源主轴的尺寸。

密封源应刚性地卡固在水平位置上,并使其一半伸出夹具面。样品放置方向应使源自由端受钢锤平面冲击时损伤最大,钢锤冲击样品应产生等同于 1.4 kg 重物从 1 m 高度垂直自由下落产生的冲击效果。

钢锤外直径应为  $(25 \pm 1)$  mm,且其冲击面的边角倒圆、半径为  $(3.0 \pm 0.3)$  mm。

密封源通过此弯曲检验则为 7 级。

#### 7.7.3 近距离治疗针的弯曲检验

总长度大于或等于 30 mm 的近距离治疗针型密封源应进行此项弯曲检验[6]。

密封源应放置在一个合适装置中,以使源能弯曲至少  $90^\circ$  角成一半径为  $(3.0 \pm 0.1)$  mm 的圆弧。

进行此项检验时,应将密封源约为总长  $1/3$  部分放入装置内,用合适工具(例如钳子)夹住伸出部分,并施加必要的力,使源沿规定半径弯曲到至少  $90^\circ$  角,然后再将密封源拉直。

密封源通过此项弯曲检验则为 8 级。

## 8 源标识

只要有可能,包壳以及源组件上应按顺序牢固、清晰地标识下述内容:

- “放射性”字样,不能使用放射性符号;
- 生产者名称或代码;
- 源序号;
- 源编码,应符合《放射源编码规则》(环发[2004]118号);
- 放射性核素的化学符号和质量数;
- 中子源的靶元素。



## 9 源证书

生产者应为每个或每批密封源提供证书,证书应逐项填写以下内容:

- a) 生产者名称;
- b) 用第4章规定的代码表示的等级及已有的特殊形式放射性物质的批准证书号;
- c) 源序号和简要说明,包括放射性核素的化学符号及质量数;
- d) 源编码;
- e) 装料活度,根据所用的放射性物质的分析或辐射输出量的测量以及吸收数据估算;
- f) 辐射输出量,例如注量率或 $\gamma$ 辐射源在规定方向1 m处的空气比释动能率;
- g) 检验表面污染的方法、结果及日期;
- h) 密封方法,泄漏检验结果及检验日期。

密封放射源证书示例参见附录B。

另外,根据情况证书还可以包括对源的详细说明,特别是:

——包壳:尺寸、材料、厚度和密封方法;

——放射性内容物:化学及物理形态、尺寸、质量或体积以及放射性核素杂质数量详情。

## 10 质量保证

应按照 GB/T 19001—2000 或等效标准建立所有密封源设计、制造、试验、检验和文件的质量保证大纲。每个生产者都应制定适用于源设计与制造的质量保证大纲。

附 录 A  
(资料性附录)  
放射性核素毒性分组

以下分类系根据 ICRP 第 5 号出版物。此外还包括了核素<sup>125</sup>I、<sup>67</sup>Ga、<sup>87</sup>Y 和<sup>111</sup>In。括弧内组别为欧洲原子能联营指导书 84/466 及 84/467 推荐的类别,这里的(2)、(3)和(4)分别表示的组别为 2 组、3 组或 4 组。下面给出的组别(表 A. 1,表 A. 2,表 A. 3,表 A. 4)可与国际标准一起使用。

注 1: 按照 ICRP 第 5 号和第 6 号出版物推荐,<sup>90</sup>Sr 已从 A 组划到 B1 组。

注 2: 本附录已不作参考件使用,但从中获得并在此列出的资料与本标准一起使用是适当的。

表 A. 1

A 组:高毒		(第 1 组:极毒)		
<sup>227</sup> Ac	<sup>242</sup> Cm	<sup>231</sup> Pa	<sup>241</sup> Pu	<sup>228</sup> Th
<sup>241</sup> Am	<sup>243</sup> Cm	<sup>210</sup> Pb	<sup>242</sup> Pu	<sup>230</sup> Th
<sup>243</sup> Am	<sup>244</sup> Cm	<sup>210</sup> Po	<sup>223</sup> Ra	<sup>230</sup> U
<sup>249</sup> Cf	<sup>245</sup> Cm	<sup>238</sup> Pu	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> U
<sup>250</sup> Cf	<sup>246</sup> Cm	<sup>239</sup> Pu	<sup>228</sup> Ra	<sup>233</sup> U
<sup>252</sup> Cf	<sup>237</sup> Np	<sup>240</sup> Pu	<sup>227</sup> Th	<sup>234</sup> U

表 A. 2

B 组:中毒				
B1 分组		(第 2 组:高毒)		
<sup>228</sup> Ac	<sup>36</sup> Cl(3)	<sup>125</sup> I	<sup>212</sup> Pb	<sup>160</sup> Tb(3)
<sup>110m</sup> Ag	<sup>56</sup> C(3)	<sup>126</sup> I	<sup>234</sup> Ra	<sup>127m</sup> Te(3)
<sup>211</sup> At	<sup>60</sup> C(3)	<sup>131</sup> I	<sup>106</sup> Ru	<sup>129m</sup> Te(3)
<sup>140</sup> Ba(3)	<sup>134</sup> Cs	<sup>133</sup> I(3)	<sup>124</sup> Sb(3)	<sup>234</sup> Th(3)
<sup>207</sup> Bi	<sup>137</sup> Cs(3)	<sup>114m</sup> In	<sup>125</sup> Sb(3)	<sup>240</sup> Tl(3)
<sup>210</sup> Bi	<sup>152(13a)</sup> Eu	<sup>129</sup> It(3)	<sup>46</sup> Sc(3)	<sup>170</sup> Tm(3)
<sup>249</sup> Bk	<sup>154</sup> Eu	<sup>54</sup> Mn(3)	<sup>89</sup> Sr(3)	<sup>236</sup> U
<sup>45</sup> Ca(3)	<sup>181</sup> Hf(3)	<sup>22</sup> Na(3)	<sup>90</sup> Sr	<sup>91</sup> Y
<sup>115m</sup> Cd	<sup>124</sup> I	<sup>230</sup> Pa	<sup>182</sup> Ta(3)	<sup>95</sup> Zr(3)
<sup>144</sup> Ce				

表 A.3

B组:中毒				
B2 分组		(第3组:中毒)		
<sup>105</sup> Ag	<sup>64</sup> Cu(4)	<sup>43</sup> K	<sup>143</sup> Pr	<sup>97</sup> Tc(4)
<sup>111</sup> Ag	<sup>165</sup> Dy(4)	<sup>85m</sup> Kr(4)	<sup>191</sup> Pt	<sup>97m</sup> Tc
<sup>41</sup> Ar	<sup>166</sup> Dy	<sup>87</sup> Kr	<sup>193</sup> Pt(4)	<sup>99</sup> Tc(4)
<sup>73</sup> As	<sup>169</sup> Er	<sup>140</sup> La	<sup>197</sup> Pt	<sup>125m</sup> Te
<sup>74</sup> As	<sup>171</sup> Er	<sup>177</sup> Lu	<sup>86</sup> Rb	<sup>127</sup> Te(4)
<sup>76</sup> As	<sup>152(9.2h)</sup> Eu	<sup>52</sup> Mn	<sup>183</sup> Re	<sup>129</sup> Te(4)
<sup>77</sup> As	<sup>155</sup> Eu(2)	<sup>56</sup> Mn(4)	<sup>186</sup> Re	<sup>131m</sup> Te
<sup>196</sup> Au	<sup>18</sup> F(4)	<sup>99</sup> Mo	<sup>188</sup> Re	<sup>132</sup> Te
<sup>198</sup> Au	<sup>52</sup> Fe	<sup>24</sup> Na	<sup>105</sup> Rh	<sup>231</sup> Th
<sup>199</sup> Au	<sup>55</sup> Fe	<sup>93m</sup> Nb	<sup>220</sup> Rn(4)	<sup>200</sup> Tl
<sup>131</sup> Ba	<sup>59</sup> Fe	<sup>95</sup> Nb	<sup>222</sup> Rn	<sup>201</sup> Tl(4)
<sup>7</sup> Be(4)	<sup>67</sup> Ga	<sup>147</sup> Nd	<sup>97</sup> Ru	<sup>202</sup> Tl
<sup>206</sup> Bi	<sup>72</sup> Ga	<sup>149</sup> Nd(4)	<sup>103</sup> Ru	<sup>171</sup> Tm
<sup>212</sup> Bi	<sup>153</sup> Gd	<sup>63</sup> Ni	<sup>105</sup> Ru	<sup>48</sup> V
<sup>82</sup> Br	<sup>159</sup> Gd	<sup>65</sup> Ni(4)	<sup>35</sup> S(4)	<sup>181</sup> W(4)
<sup>14</sup> C	<sup>197</sup> Hg	<sup>239</sup> Np	<sup>122</sup> Sb	<sup>185</sup> W
<sup>47</sup> Ca	<sup>197m</sup> Hg	<sup>185</sup> Os	<sup>47</sup> Sc	<sup>187</sup> W
<sup>109</sup> Cd(2)	<sup>203</sup> Hg	<sup>191</sup> Os	<sup>48</sup> Sc	<sup>135</sup> Xe(4)
<sup>115</sup> Cd	<sup>166</sup> Ho	<sup>193</sup> Os	<sup>75</sup> Se	<sup>87</sup> Y
<sup>141</sup> Ce	<sup>130</sup> I	<sup>32</sup> P	<sup>31</sup> Si(4)	<sup>90</sup> Y
<sup>143</sup> Ce	<sup>132</sup> I	<sup>233</sup> Pa	<sup>151</sup> Sm(2)	<sup>92</sup> Y
<sup>38</sup> Cl(4)	<sup>134</sup> I(4)	<sup>203</sup> Pb	<sup>153</sup> Sm	<sup>93</sup> Y
<sup>57</sup> Co	<sup>135</sup> I	<sup>103</sup> Pd	<sup>113</sup> Sn	<sup>175</sup> Yb
<sup>58</sup> Co	<sup>115m</sup> In(4)	<sup>109</sup> Pd	<sup>125</sup> Sn	<sup>85</sup> Zn
<sup>51</sup> Cr(4)	<sup>190</sup> Ir	<sup>147</sup> Pm	<sup>85</sup> Sr	<sup>69m</sup> Zn
<sup>131</sup> Cs(4)	<sup>194</sup> Ir	<sup>149</sup> Pm	<sup>91</sup> Sr	<sup>97</sup> Zn
<sup>136</sup> Cs	<sup>42</sup> K	<sup>142</sup> Pr	<sup>96</sup> Tc	

表 A.4

C组:低毒		(第4组:低毒)		
<sup>37</sup> Ar	<sup>111m</sup> In	<sup>193m</sup> P(3)	<sup>96m</sup> Tc	天然 U
<sup>58m</sup> Co	<sup>113m</sup> In	<sup>197m</sup> Pt	<sup>99m</sup> Tc	<sup>131m</sup> Xe
<sup>134m</sup> Cs	<sup>85</sup> Kr	<sup>87</sup> Rb	<sup>232</sup> Th(2)	<sup>133</sup> Xe
<sup>135</sup> Cs	<sup>97</sup> Nb	<sup>187</sup> Re	天然 Th(2)	<sup>91m</sup> Y
<sup>71</sup> Gs	<sup>59</sup> Ni	<sup>103m</sup> Rh	<sup>235</sup> U	<sup>69</sup> Zn
<sup>3</sup> H	<sup>15</sup> O(3)	<sup>147</sup> Sm	<sup>238</sup> U	<sup>93</sup> Zr(2)
<sup>129</sup> I	<sup>191m</sup> Os	<sup>85m</sup> Sr		

**附录 B**  
**(资料性附录)**  
**密封放射源证书举例**

密封放射源证书	
生产者名称,地址,电话号码,传真号	
型号:	X63/1
源编码:	XXXXXXXXXXXX
放射性核素:	$^{137}\text{Cs}$ (中子源尚须给出靶元素名称)
放射性核素杂质:	$^{134}\text{Cs}$ 活度 < 1.0%
说明:	$\gamma$ 辐射源
CsCl 小球装入双层不锈钢包壳内, X63/1 型	
活性区长度:	15.5 mm
活性区直径:	17.8 mm
总长度:	26.4 mm
总直径:	21.3 mm
GB 级别: GB 4075/2003/E63636(1)	
特殊形式证书号: GB/199/S	
内容物估计活度: 6.99TBq	
	日期: XXXX-XX-XX
(对短寿命核素还应给出测量时间)	
辐射输出量率:	
定量测量方法: 在源径向,例如垂直于源的对称轴方向,离源中心 1 m 处的空气比释动能率。	
结果: 139 $\mu\text{Gy/s}$	日期: XXXX-XX-XX
表面沾污检验:	
方法: GB 15849 干擦拭法(见 5.3)	
结果: 合格	日期: XXXX-XX-XX
泄漏检验:	
方法 1: GB 15849 真空气泡法(见 6.2)	
结果: 合格	日期: XXXX-XX-XX
方法 2: GB 15849 氮质谱检漏(见 6.1)	
结果: 合格	日期: XXXX-XX-XX
本证书和所提供的资料符合 GB 4075 规定	
批准:	
签名:	日期: XXXX-XX-XX

**附录 C**  
**(资料性附录)**  
**恶劣环境条件下的一般要求**

**C.1 耐腐蚀性评价**

引起腐蚀的最一般条件是：

- a) 大气中含有 SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、Cl<sub>2</sub> 和 HCl；
- b) 液体中含有盐，特别是氯化物中的阴离子；
- c) 源和源托材料不同，且处于潮湿环境中；
- d) 源的强辐射引起的空气电离。

生产者应确保所用包壳材料与周围环境相适应，如源托、装置、环境等要与所用包壳材料相容。使用者应确保在腐蚀环境中使用时，适当增加检验和测试频率。无论是否存在潜在性腐蚀环境，生产者和使用者都应约定进行的恰当检验大纲。

**C.2 防火评价**

无论是否存在火灾隐患，生产者和使用者都应商定进行适当检验的大纲。在某些情况下，必须适当考虑执行本标准规定的一种温度检验。

如果使用炉子，它的加热体积应至少 5 倍于源的体积；如果有一个以上源同时检验，则源间最小距离应为 20 mm。

**附 录 D**  
**(资料性附录)**  
**附加检验**

**D.1 总则**

本附录给出了由使用者和生产者共同制定附加检验的一些例子。它们不是满足密封源 ISO 分级标准所必需的,但其中一些可能是满足国家规定所要求的。

**D.2 腐蚀检验**

见 ISO 7384<sup>[8]</sup>。

**D.3 二氧化硫腐蚀检验**

见 ISO 11845<sup>[10]</sup>或 NF M61-002<sup>[11]</sup>或任何其他相关标准。

**D.4 中性盐喷雾检验**

见 ISO 9227<sup>[9]</sup>或 NF M61-002<sup>[11]</sup>或任何其他相关标准。

**D.5 防火检验**

见 ISO 834<sup>[7]</sup>或 NF M61-002<sup>[11]</sup>或任何其他相关标准。

### 参 考 文 献

- [1] 国际原子能机构(IAEA)安全标准丛书,放射性物质安全运输规定,1996年版,REQUIREMENTS,NO. ST-1
- [2] IAEA第6号安全丛书,放射性物质安全运输规定,1985年版(1990年修订)502~505及604~613节
- [3] ANSI N433 自持干源贮存 $\gamma$ 辐照装置(I类)的安全设计和使用
- [4] ANSI N433.7.77 自持干源(R1989) $\gamma$ 辐照装置(I类)安全设计和使用
- [5] ANSI N43.10 扫调式湿源贮存辐照装置(IV)的安全设计和使用
- [6] ANSI N44.1.73 选择性近距离治疗源(R1984)的完整性和检验规范
- [7] ISO 834-1<sup>1)</sup> 抗火灾检验——建筑结构单元——第1部分:一般要求
- [8] ISO 7384:1986 模拟大气腐蚀试验——一般要求
- [9] ISO 9227:1990 模拟大气腐蚀——盐喷雾试验
- [10] ISO 11845:1995 金属及合金腐蚀——腐蚀试验的一般原则
- [11] NF M61-002:1984 密封放射源——一般规定和分级

---

1) 已出版(修订版,ISO 834:1975的一部分)。



# 中华人民共和国国家标准

GB 11930—2010  
代替 GB 11930—1989

---

## 操作非密封源的辐射防护规定

Radiation protection regulations for handling unsealed source

2010-11-10 发布

2011-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 前 言

本标准的4.1.1、5.1.1、7.1.1、9为强制性的,其余为推荐性的。

本标准代替GB 11930—1989《操作开放型放射性物质的辐射防护规定》。

本标准与GB 11930—1989相比,主要改变如下:

- 增加了“术语和定义”;
- 对原标准整体框架结构与具体技术内容作了修订;
- 原3.1“一般原则”增加了剂量限制、辐射防护最优化、纵深防御及相关要求;
- 增加了辐射工作场所分级要求、事故预防与应急等章条;
- 删除了原标准“安全管理”章条;
- 删除了原标准附录B辐射防护机构或人员的主要职责(参考件);
- 对原标准表A.1工作场所常规监测的内容与周期格式作了修订。

本标准的附录A是资料性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)归口。

本标准起草单位:中国原子能科学研究院、核工业标准化研究所。

本标准主要起草人:许昌恒、张鑫。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 11930—1989。

## 操作非密封源的辐射防护规定

### 1 范围

本标准规定了操作非密封源的辐射防护原则与要求。

本标准适用于放射性同位素生产和应用中操作非密封源的实验室活动；其他操作非密封源的活动可参照使用。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 5294 职业照射个人监测规范 外照射监测

GB 8999 电离辐射监测质量保证一般规定

GB 11217 核设施流出物监测的一般规定

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB 14500 放射性废物管理规定

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

HJ/T 61—2001 辐射环境监测技术规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**非密封源 unsealed source**

不满足密封源定义中所列条件的源。密封源的定义是：密封在包壳里的或紧密地固结在覆盖层里并呈固体形态的放射性物质。密封源的包壳或覆盖层应具有足够的强度，使源在设计的使用条件和磨损条件下，以及在预计的事件条件下，均能保持密封性能，不会有放射性物质泄露出来。

#### 3.2

**包容 containment**

防止放射性物质穿过确定的边界向外界转移或扩散的方法或实体结构，即使在一般事故情况下，这类方法或实体结构也能阻止放射性物质的外泄达到不可接受的程度。

#### 3.3

**密闭屏障 confinement barrier**

由一道或多道实体屏障连同相应的辅助设备(包括通风设备)所构成的系统，该系统能有效地限制或防止正常和异常条件下放射性物质向外界的释放。

#### 3.4

**控制区 controlled area**

在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施，以便：

- a) 在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩散；
- b) 防止潜在照射或限制其程度。

3.5

**监督区 supervised area**

未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施,但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

3.6

**模拟试验 mock-up experiment**

在某实验进行之前为验证某些参数、训练操作技术等目的而进行的实验。也可指辐射事故发生后为确定受照人员的剂量而进行的与事故条件相似的实验。

3.7

**冷试验 cold testing**

用非放射性物质(有时亦可用示踪量的放射性物质)代替强放射性物质对某种方法、过程、仪器或设备所进行的试验。

3.8

**热试验 hot testing**

在正常工作条件下,按预期的放射性水平对某种方法、过程、仪器和设备所进行的试验。

3.9

**任务(操作)监测 task (operational) monitoring**

旨在为特定的任务(操作)提供有关操作管理的即时决策或辐射防护最优化所需的相关资料而进行的一种非常规性监测。

3.10

**特殊监测 special monitoring**

在怀疑或缺乏足够的信息来说明工作场所的安全状况是否得到控制的情况下所进行的一种调查性测量,旨在为弄清某些问题和确定下一步要采取的办法提供详细的信息。

4 一般原则

4.1 剂量限制

4.1.1 对从事非密封源操作的辐射工作人员受到的正常照射应加以限制,应对操作非密封源的实践活动所产生的公众照射加以限制,剂量限值、表面污染控制水平、以及剂量约束值的确定均应遵循 GB 18871—2002 的要求。

4.1.2 宜根据国家标准、防护与安全最优化的原则制定管理限值、参考水平等。这些值可包括:

- a) 某项实践活动中的个人剂量控制目标值;
- b) 放射性核素最大操作量和存放量;
- c) 工作场所各操作区的辐射水平或表面污染程度;
- d) 正常情况下邻近地区的辐射水平,工作场所空气中放射性核素浓度;
- e) 正常情况下工作箱内气溶胶浓度和辐射水平;
- f) 流出物的放射性活度浓度和总活度;
- g) 判定安全与防护设施应更换或维修的有关参数等。

4.2 辐射防护最优化

4.2.1 操作非密封源应使防护与安全最优化,使得该实践活动在考虑了经济和社会因素之后,个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平。

4.2.2 在防护与安全最优化过程中应综合考虑一切与操作有关的因素,采取定性、定量的分析手段及适当、可行的方法。

4.2.3 确定最优化的防护与安全措施时应全面考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、剂量

大小和可能性。

4.2.4 执行与最优化相关的准则,采取预防事故和减轻事故后果的措施,从而限制受照射的大小及受照射的可能性。

4.2.5 对各类人员所受剂量进行严格控制的措施至少应包括:

- a) 在选用非密封源时,选用的非密封源放射性核素的活度尽量小、毒性尽可能的低;
- b) 尽可能用密闭型操作代替非密封操作;
- c) 提高工作人员的操作熟练程度,缩短操作时间;
- d) 尽可能增加操作距离;
- e) 确定最优化的防护与安全措施。

#### 4.3 纵深防御

4.3.1 为防止可能发生辐射事故,减轻事故的后果,对操作非密封源的实践活动,应运用与其潜在照射的大小和可能性相适应的多重(即纵深防御)防护与安全措施。

4.3.2 采取的多重防护与安全措施主要包括连锁(装置)、包容、密闭屏障等,以确保当上一层次的防护措施失效时,可由下一层次的防护措施予以弥补或纠正。

### 5 安全操作

#### 5.1 一般要求

5.1.1 为开展辐射防护管理工作并对职业照射进行控制,非密封源工作场所应实行严格的分区、分级管理,分区、分级管理的措施,应遵循 GB 18871—2002 的要求。

5.1.2 宜在辐射工作场所的醒目位置悬挂(张贴)辐射警告标志,人员通行和放射性物质传递的路线应严格执行相关规定,防止发生交叉污染。应制定严格的辐射防护规程和操作规程。

5.1.3 操作非密封源的单位应制定辐射防护大纲并对其实施和评价负全面责任。单位应设立相应的安全与防护机构(或专、兼职安全与防护人员),并用文件的形式明确规定其职责。

5.1.4 应建立安全与防护培训制度,培植和保持工作人员良好的安全文化素养,自觉遵守规章制度,掌握辐射防护基本原则、防护基本知识及辐射防护技能。

5.1.5 辐射工作人员对某些操作程序必要时应先进行模拟试验、冷试验、热试验,当熟练掌握操作技能后方可正式开展工作。

5.1.6 如果操作过程中发现异常情况,应及时报告,并分析原因,采取措施,防止重复发生类似事件。

5.1.7 应定期检查工作场所各项防护与安全措施的有效性,针对不安全因素制定相应的补救措施,并认真落实,确保工作场所处在良好的运行状态。

5.1.8 在原有设施条件下开展新工作(包括工艺流程的重大改变和提高放射性核素日等效最大操作量),如果计划操作的放射性核素种类、操作量、操作方式以及防护设施和设备的要求超出原设计规范,应事先向主管部门提交防护与安全分析报告,经主管部门审查批准后方可进行。

5.1.9 如进行存在临界安全问题的操作,应同时遵守国家有关临界安全的规定。

#### 5.2 操作条件

5.2.1 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性,选择符合安全与防护要求的条件,尽可能在通风柜、工作箱或手套箱内进行。

5.2.2 操作过程中所用的设备、仪器、仪表、器械和传输管道等应符合安全与防护要求。吸取液体的操作应使用合适的负压吸液器械,防止放射性液体溅出、溢出,造成污染。储存放射性溶液的容器应由不易破裂的材料制成。

5.2.3 有可能造成污染的操作步骤,应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面上或搪瓷盘内进行。

5.2.4 操作中使用的容器,必要时应在其外面加一个能足以容纳其全部放射性溶液的不易破裂的

套桶。

5.2.5 操作易燃易爆物质,或操作中使用高温、高电压和高气压设备时,应有可靠的防止过热或超压的保护措施,并遵守国家有关安全规定。

5.2.6 伴有强外照射的操作,应尽可能缩短操作时间,利用合适的屏蔽或使用长柄操作机械等防护措施。

5.2.7 若需要进行开启密闭工作箱门放入或取出物品及其他危险性较大的操作时,应采取安全与防护措施,并在防护人员监督下进行。

5.2.8 进行污染设备检修时,应当事先拟出计划。主要的工作内容及采取的防护措施,经现场防护人员审查同意并落实辐射防护措施后方可进行。

### 5.3 个人防护

5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能,取得相应资质。

5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用、足够和符合标准的个人防护用具(器械、衣具),并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份,均应妥善保管,并应对其性能进行定期检验。

5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施,做好个人防护工作。

5.3.4 在伴有外照射的工作场所,应做好个人外照射防护,包括 $\beta$ 外照射防护。

5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。

5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救药品箱,供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。

## 6 辐射防护监测

### 6.1 一般要求

6.1.1 操作非密封源的单位应具备相应的辐射防护监测能力,配备合格的辐射防护人员及相关的设备,制定相应的辐射监测计划。编写辐射监测计划应执行 GB 8999、GB 11217、GB 5294、HJ/T 61—2001 的相关规定。

6.1.2 应记录和保存辐射监测数据,建立档案。记录监测结果时应同时记录测量条件、测量方法和测量仪器、测量时间和测量人姓名等。

6.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价,提出改进辐射防护工作的建议,并将监测与评价的结果向审管部门报告;如发现有异常情况应及时报告。

6.1.4 对于非常规性的特殊操作,为了加强操作管理、实现安全与防护最优化,应开展与任务(操作)相关的监测。

6.1.5 在新设施运行阶段、当设施或程序有了重大变更,或有可能出现异常情况时应进行特殊监测。

### 6.2 个人监测

6.2.1 操作非密封源的辐射工作人员的个人监测应遵循 GB 18871—2002 的要求,除了必要的个人外照射监测外,应特别注意采用合适的方法做好个人内照射监测。

6.2.2 在个人监测中要按照监测计划开展皮肤污染监测、手部剂量监测。

6.2.3 对于参加大修或特殊操作而有可能造成体内污染的工作人员,操作前后均应接受内照射监测。必要时应依据分析结果进行待积有效剂量的估算。

6.2.4 个人剂量档案应妥善保存,保存时间应不少于个人停止放射工作后 30 年。

### 6.3 工作场所监测

6.3.1 应依据非密封源的特点和操作方式,做好工作场所监测,包括剂量率水平、空气中放射性核素浓度和表面污染水平等内容。

6.3.2 工作场所监测的内容和频度根据工作场所内辐射水平及其变化和潜在照射的可能性与大小进行确定。附录 A 给出了一种可供参考的工作场所常规监测的内容与周期。

## 6.4 流出物监测

6.4.1 放射性流出物的排放限值应按 GB 18871—2002 的相关规定执行,应经过审管部门批准,应对有关放射性核素成分、浓度和总活度等进行监测,实施受控排放。

6.4.2 乙、丙级工作场所一般可以用定期取样测量的方法对气态流出物进行监测;对于甲级工作场所,其气态流出物年排放量可能达到容许排放限值或排放量的显著份额的,需进行在线连续监测。

## 6.5 环境监测

6.5.1 操作非密封源的单位应根据流出物中放射性核素的种类、性质和数量,排放形式及环境条件确定环境监测项目、范围和周期,应确保能及时发现环境中放射性水平的变化趋势和异常情况。

6.5.2 估计一次排放的放射性核素活度较高时,应立即进行环境监测。监测应持续到结果调查清楚时为止。

## 7 放射性废物管理

### 7.1 一般要求

7.1.1 放射性废物的管理应遵循 GB 18871—2002、GB 14500 的相关规定,进行优化管理。

7.1.2 应从源头控制、减少放射性废物的产生,防止污染扩散。

7.1.3 应分类收储废物,采取有效方法尽可能进行减容或再利用,努力实现废物最小化。

7.1.4 应做好废物产生、处理、处置(包括排放)的记录,建档保存。

### 7.2 放射性废液

7.2.1 操作非密封源的单位,一般应建立放射性废液处理系统,确保产生的废液得到妥善处理。不得将放射性废液排入普通下水道,相关控制应遵循 GB 18871—2002 的要求;不允许利用生活污水下水系统洗涤被放射性污染的物品;不允许用渗井排放废液。

7.2.2 废液应妥善地收集在密闭的容器内。盛装废液的容器,除了其材质应不易吸附放射性物质外,还应采取适当措施保证在容器万一破损时其中的废液仍能收集处理。遇有强外照射时,废液收集地点应有外照射防护措施。

7.2.3 经过处理的废液在向环境排放前,应先送往监测槽逐槽分析,符合排放标准后方可排放。

7.2.4 使用少量或短寿命放射性核素的单位,可设立采取衰变方法进行放射性废液处理处置系统,该系统应有足够的防渗漏能力。

### 7.3 放射性固体废物

7.3.1 产生放射性固体废物较多的单位应当建立固体废物暂存库,确保储存的废物可回取。

7.3.2 操作非密封源的单位产生的废物(包括废弃的放射源),应按要求送指定的废物库暂存。送贮的废物应符合送贮条件。

7.3.3 对于半衰期短的废物可用放置衰变的办法,待放射性物质衰变到清洁解控水平后作普通废物处理,以尽可能减少放射性废物的数量。

### 7.4 放射性废气排放

7.4.1 对工作场所放射性废气或气溶胶的排放系统,应经常检查其净化过滤装置的有效性。

7.4.2 凡预计会产生大量放射性废气或气溶胶而可能污染环境的一次性操作,亦应采取有效的防护与安全措施和监测手段。

## 8 事故预防和应急

8.1 应采取适当的防护与安全措施,尽可能减少或防止由于人为错误或其他原因导致的事故和事件,并有效减轻事故和事件的后果。

8.2 操作非密封源的单位,应当分析可能发生的事故和风险,制定相应的应急预案,做好应急准备,并报审管部门备案。

8.3 发生事故(事件)后,应按照报告程序及时向审管部门报告。不缓报、瞒报、谎报或漏报。

8.4 对于因事故受到伤害的人员,应配合医疗单位进行应急救援和治疗。

## 9 非密封放射源的管理

9.1 操作非密封源的单位应配备专(兼)职人员负责放射性物质的管理,应建立非密封放射源的账目(如交收账、库存账、消耗账),并建立登记保管、领用、注销和定期检查制度。

9.2 非密封放射源应存放在具备防火、防盗等安全防范措施的专用贮存场所妥善保管,不得将其与易燃、易爆及其他危险物品放在一起。

9.3 辐射工作场所贮存的非密封放射源数量应符合防护与安全的要求,对于不使用的非密封放射源应及时贮存在专用贮存场所。

9.4 贮存非密封放射源的保险橱和容器在使用前应经过检漏。容器外应贴有明显的标签(注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起始时间和存放负责人等)。

9.5 存放非密封放射源的库房应采取安保措施,严防被盗、丢失。

9.6 应定期清点非密封放射源的种类、数量,做到账物相符。工作人员如发现异常情况应按相关规定及时报告。

9.7 应做好非密封放射源的领用和注销工作,领用人一般应做到:

- a) 掌握辐射防护基本知识;
- b) 履行登记手续;按期归还;
- c) 不允许擅自转借;
- d) 用毕办理注销手续。

非密封源在陆地、水上和空中任何方式的运输,应符合 GB 11806 的规定。

附录 A  
(资料性附录)

操作非密封源工作场所常规监测的内容与周期

A.1 操作非密封源工作场所常规监测的内容与周期如表 A.1 所示。

表 A.1 工作场所常规监测的内容与周期

工作场所级别	表面放射性污染	气载放射性核素的浓度	工作场所辐射水平
甲	2 周	1 周	2 周
乙	4 周	2 周	2 周
丙	8 周	4 周	4 周





# 中华人民共和国国家标准

GB 27742—2011

## 可免于辐射防护监管的物料中放射性 核素活度浓度

Activity concentration for material not requiring radiological regulation

2011-12-30 发布

2012-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 免管浓度的确定基础 .....	2
5 免管浓度值 .....	2
6 免管浓度值的应用 .....	3
7 对满足免管浓度值的验证 .....	4
附录 A (资料性附录) 推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数 .....	5
附录 B (规范性附录) 免管浓度值 .....	8

## 前 言

本标准的第4章、第5章、第6章、7.1、7.4、7.5、7.6、7.7的内容为强制性,其余为推荐性。

本标准参考IAEA安全导则“排除、豁免和解控概念的应用”(No. RS-G-1.7),并结合我国实际情况制定的。

本标准的附录A为资料性附录,附录B为规范性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)归口。

本标准起草单位:核工业标准化研究所。

本标准主要起草人:夏益华。

# 可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度

## 1 范围

本标准规定了可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度(以下简称免管浓度)。

本标准适用于大批量(大于1吨)物料的生产操作、贸易、填埋或再循环等活动,但不适用于下列情况:

- 食品、饮水、动物饲料和任何用于食品或动物饲料的物质;
- 空气中的氡(空气中氡浓度的优化行动水平见 GB 18871—2002 附录 H);
- 运输中的物料(按运输标准管理);
- 已核准实践所产生的液态和气载流出物(它们属于核准排放的范围);
- 环境(包括场地土壤)中的放射性残留物。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB 17567—2009 核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平
- GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**物料 material**

物品和材料的统称,生产操作、贸易、再循环、填埋处置等活动中涉及的大批量固态原材料、辅料、或拟处置物。

### 3.2

**天然放射性核素 natural radionuclides**

以显著量天然存在于地球上的放射性核素,主要指原生放射性核素<sup>235</sup>U、<sup>238</sup>U和<sup>232</sup>Th及其衰变子体。

### 3.3

**排除 exclusion**

在标准的适用范围之外,特指那些本质上不能通过实施本标准的要求对照射的大小或照射的可能性进行控制的照射情况,如人体内的<sup>40</sup>K和到达地球表面的宇宙线等所引起的照射。

### 3.4

**豁免 exemption**

实践和实践中的源经确认符合规定的豁免要求或水平,并经审管部门同意后被审管要求所豁免。

### 3.5

#### 解控 clearance

审管部门按规定解除对已批准进行的实践中的放射性材料或物品的管理控制。

### 3.6

#### 再循环 recycle

其污染浓度等于或低于国家相关标准规定的解控水平的金属,经批准熔炼后作原材料使用;或其污染物浓度等于或低于国家相关标准规定的解控水平的混凝土,经批准混料后作建材使用。

## 4 免管浓度的确定基础

### 4.1 天然放射性核素免管浓度的确定基础

天然放射性核素的免管浓度,是以考虑自然界所有未经扰动的环境土壤中天然放射性核素的活度浓度为基础,使得环境土壤得予免管,而对矿石、矿砂、工业废渣和废物则要有适当监管。

操作和使用具有此种活度浓度水平的物料的活动,对公众个人所产生的附加有效剂量(氡吸入剂量除外)通常不太可能超过 1 mSv/a。

### 4.2 人工放射性核素免管浓度的确定基础

对含人工放射性核素的物料,判断其是否可免于辐射防护监管的剂量准则是:所致个人有效剂量在 10  $\mu$ Sv/a 量级,或更小。

考虑到可能导致更高辐照的低概率事件的出现,附加的准则是:这类低概率事件所可能产生的有效剂量应当不超过 1 mSv/a,此时还假定对皮肤的当量剂量免管准则为 50 mSv/a。

注:推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数参见附录 A。

## 5 免管浓度值

### 5.1 天然放射性核素的免管浓度值

天然放射性核素的免管浓度值见表 B.1。

### 5.2 人工放射性核素免管浓度值

人工放射性核素免管浓度值见表 B.2。

### 5.3 惰性气体的免管浓度值

对于惰性气体,采用 GB 18871—2002 附录 A 中所给出的人工放射性核素豁免浓度作为免管浓度。

### 5.4 含有多种放射性核素的物料

#### 5.4.1 含有不同天然放射性核素的物料

对于含有不同天然放射性核素混合物的物料,应当要求其中每一种天然放射性核素的活度浓度均满足表 B.1 所列相关值的要求。

#### 5.4.2 人工放射性核素混合物

对于含有多种人工放射性核素混合物的物料,应当要求其中各种人工放射性核素的活度浓度与各自的免管浓度值的比值之和小于 1,即满足式(1)要求:

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

式中:

$C_i$  ——第  $i$  种人工放射性核素在物料中的活度浓度,单位为贝克每克(Bq/g);

$C_{oi}$  ——表 B.2 所列第  $i$  种人工放射性核素的免管浓度,单位为贝克每克(Bq/g);

$n$  ——存在于物料中的人工放射性核素的种类数,无量纲。

### 5.4.3 含有天然、人工放射性核素混合物

对于同时含有天然和人工两类放射性核素混合物的物料,应当同时满足上述 5.4.1 和 5.4.2 的要求。

## 6 免管浓度值的应用

### 6.1 天然放射性核素

6.1.1 在申报免管的活动的正当性得到确认的前提下,凡是涉及物料中天然放射性核素的活度浓度小于或等于表 B.1 所列数值的活动,通常无需进行辐射防护监管。

6.1.2 对于物料被掺入其照射因子较大的建材(住宅、办公室等用途)使用的情况,即使当其天然放射性活度浓度小于免管浓度时,仍然需要确保最终产品满足相关标准的要求。

6.1.3 当物料中天然放射性核素的活度浓度大于表 B.1 所列数值时,应由审管部门根据剂量评估结果等因素决定,GB 18871—2002 中规定的相关审管要求中,哪些要求应当给予满足。

### 6.2 人工放射性核素

物料中人工放射性核素的活度浓度不大于表 B.2 中所列数值,经审管部门核准后,该类物料的操作和使用可免于辐射防护监管,即这些被豁免或解控的物料可以不再进入实践防护体系,除非审管部门对一些特殊情况或特殊用途提出特殊要求。

### 6.3 剂量评估

6.3.1 在确认有必要进行剂量评估时,审管部门决定其是否可予免管的剂量准则是:该种物料的生产操作、贸易、填埋或再循环等活动对合理最大受照公众个人所产生的有效剂量符合第 4 章所给定的准则。但在有些情况下,审管部门也可根据对某些活动的物料用途、总年剂量(或潜在照射)大小、社会敏感性、操作或产品制造工艺、监管代价等因素的考虑,采用稍微不同的剂量准则。

6.3.2 对于其活度浓度值超过表 B.1、表 B.2 所列数值的情况,要求根据最优化原则对其进行逐例评价。根据评价结果所表明的照射(或潜在照射)大小,决定对它提出与其危险水平相适应的辐射防护管理要求。当评价结果表明,虽然其活度浓度值超过表 B.1、表 B.2 所列数值的几倍(最大到 10 倍),但对它免于辐射防护管理恰是优化方案时,审管部门仍然可以免于管理。

### 6.4 表面污染的物料和设备

凡是属于只有表面污染的物料或设备,均应按 GB 18871—2002 中 B.2.2 的规定执行。

### 6.5 轻微污染的钢铁、铝、镍和铜

对于受到轻微放射性污染的钢铁、铝、镍和铜再循环再利用,GB 17567—2009 中已规定的人工放射性核素可进行熔炼再利用的解控水平可直接视作免管申报值,GB 17567—2009 中未给定数值的其他核素(包括天然核素)的免管浓度,可参考本标准执行。

## 6.6 小批量物料(小于 1 吨)

属于小批量(小于 1 吨)物料的情况,应按照 GB 18871—2002 附录 A 中给出的豁免浓度执行。

## 7 对满足免管浓度值的验证

7.1 基本的和直接的验证方法是对代表性样品进行实验室活度浓度分析,应当建立和采用合格的活度浓度值验证程序。

7.2 在保证物料的活度浓度不会超过本标准免管浓度值的前提下,可以采用某些间接方法,包括对  $\gamma$  放射性污染的物料的  $\gamma$  剂量率现场筛选测量、根据恰当的推导以确定物料中不同核素含量之间的相互关系的方法、查询有关物料的可追溯性资料(包括它们的产地和来源)的方法,以及审管部门可以接受的其他间接验证方法。

7.3 对于只含有  $\gamma$  放射性核素的物料,或其  $\gamma$  放射性水平与不同核素含量之间的相互关系已清楚的物料,采用  $\gamma$  剂量率现场筛选是十分方便的。应当在保证物料中活度浓度不会超过表 B.1 和表 B.2 所列水平,或审管部门要求的其他水平的前提下,利用实验和计算确定的物料中活度浓度与  $\gamma$  外照射剂量之间相互关系(留有足够安全余量)确定出一定测量条件下的  $\gamma$  剂量率筛选水平,并藉此进行现场  $\gamma$  剂量率筛选。对低于  $\gamma$  剂量率筛选水平的物料一般无需再进行活度浓度分析。当筛选结果表明有必要进行活度浓度分析时,或者作为质保要求需要抽样进行浓度分析时,可按相关的取样质保要求对物料进行取样,送实验室进行活度浓度分析。

7.4 审管部门应对申报单位所采用的取样和测量方法、仪器配置及验证的质保要求进行审核。

7.5 在对物料进行测量以前,要对不同物料进行分类,使得同类物料的组成及来源保持接近。在进行直接测量或抽样浓度分析时,要保证测量条件和取样样品的代表性。

7.6 除了正常生产操作过程中工艺操作需要的内在稀释以外,那种专门为了满足表 B.1 和表 B.2 所列浓度要求,未经审管部门同意而对物料进行稀释是不容许的。

7.7 物料中的放射性含量满足本标准的要求之后,还应当满足其他方面(如,化学、生物毒性等)的国家相关标准要求。

附录 A  
(资料性附录)

推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数

表 A.1 照射情景及相关途径

照射情景	描述	受照个人	相关照射途径
WL	工作人员在掩埋场或其他设施(熔铸厂除外)	工作人员	掩埋场外照射; 掩埋场吸入内照射; 直接食入污染物料
WF	工作人员在熔铸厂内	工作人员	熔铸厂内来自设备和废铁堆的外照射; 熔铸厂内吸入内照射; 直接食入污染物质
WO	其他工作人员(例如卡车司机)	工作人员	来自设备或卡车装载物外照射
RL-C	掩埋场或其他设施附近居民	1~2岁儿童	掩埋场或其他设施附近吸入内照射; 污染场地生长食物的食入内照射
RL-A		>17岁成人	
RF	熔铸厂附近居民	1~2岁儿童	附近吸入内照射
RH	污染建材内居民	成人	室内外照射
RP	污染物料建成的公共场所附近居民	1~2岁儿童	场所外照射; 污染尘埃吸入内照射; 污染物质直接食入内照射
RW-C	消费污染河流中鱼类或私人井水的用户	1~2岁儿童	污染饮水、食物和鱼类的食入内照射
RW-A		成人	

表 A.2 不同照射情景的通用参数

参数	单位	情况	情景						
			WL 掩埋场 工人	WF 熔炼厂 工人	WO 其他 工人	RL 掩埋场 居民	RF 熔炼厂 居民	RH 住宅 居民	RP 公共场所 公众
照射时间( $t_e$ )	h/a	现实	450	450	900	1 000	1 000	4 500	400
		低概率	1 800	1 800	1 800	8 760	8 760	8 760	1 000
情景以前的蜕变时间( $t_1$ )	d	现实	30	30	30	30	30	100	100
		低概率	1	1	1	1	1		
情景过程的时间( $t_2$ )	d	现实	365	365	365	365	365	365	365
		低概率	0	0	0	0	0		
食物情景之前的蜕变时间( $t_{f1}$ )	d	现实	不适用	不适用	不适用	365	不适用	不适用	不适用
食物情景过程的时间( $t_{f2}$ )	d	现实	不适用	不适用	不适用	365	不适用	不适用	不适用



表 A.3 外照射情景参数

参数	单位	情况	WL	WF/WO	RH	RP
			填埋场 工人	熔炼厂或 其他工人	住房 居民	公共场所 公众
稀释因子( $f_d$ )		现实	0.1	0.1	0.1	0.1
		低概率	1	1	0.5	0.5
物料密度	g/cm <sup>3</sup>		1.5	1.5	1.5	1.5
几何条件			距地面 1 m 高, 半 无限大源	距 5 × 2 × 1 (m <sup>3</sup> ) 的货或物件 1 m, 无屏蔽	天花板, 2 面墙, 3 × 4 (m <sup>2</sup> ), 2.5 m 高, 墙厚 20 cm	距地面 1 m 高, 半无限大源
剂量率系数 ( $e_{ext}$ )	( $\mu$ Sv/h)/ (Bq/g)		(成人)	(成人)	(成人)	(1~2 岁儿童)
			取决于核素和几何条件			

表 A.4 吸入内照射情景参数

参数	单位	情况	WL	WF	WL-A	RL-C	RF	RP
			填埋场 工人	熔炼厂 工人	填埋场居民		熔炼厂 居民	公共场所 公众
稀释因子( $f_d$ )		现实	0.1	0.02	0.01	0.01	0.002	0.1
		低概率	1	0.1	0.1	0.1	0.01	1
空气中尘埃 浓度( $C_{dust}$ )	g/m <sup>3</sup>	现实	5 × 10 <sup>-4</sup>	5 × 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>
		低概率	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	5 × 10 <sup>-4</sup>	5 × 10 <sup>-4</sup>	5 × 10 <sup>-4</sup>	5 × 10 <sup>-4</sup>
浓集因子( $f_c$ )			4	1-70	4	4	1-70	4
呼吸速率( $\dot{V}$ )	m <sup>3</sup> /h		1.2	1.2	1.2	0.22	0.22	0.22
剂量系数( $e_{inh}$ )	$\mu$ Sv/Bq		5 $\mu$ m, 工人	5 $\mu$ m, 工人	成人	儿童 (1~2 岁)	儿童 (1~2 岁)	儿童 (1~2 岁)

表 A.5 食入情景参数

参数	单位	情况	WL/WF	RP	RL-A	RL-C
			填埋场或熔 炼厂工厂	公共场所公众	填埋场公众	填埋场公众
稀释因子( $f_d$ )		现实	0.1	0.1	0.01	0.01
		低概率	1	1	0.1	0.1
浓集因子( $f_c$ )			2	2	不适用	不适用
根转移因子( $f_r$ )			不适用	不适用		
年食入量( $q$ )	g/a 或 kg/a	现实	10 g/a	25 g/a	88 kg/a	68 kg/a
		低概率	50 g/a	50 g/a	264 kg/a	204 kg/a
剂量系数( $e_{ing}$ )	$\mu$ Sv/Bq		工人	儿童(1~2 岁)	成人	儿童(1~2 岁)

表 A.6 分配系数( $\text{cm}^3/\text{g}$ )

元素	现实	低概率	元素	现实	低概率
Ag	0	0	Nb	0	0
Am	20	20	Ni	1 000	300
Ba	50	44	Np	50	5
Bi	0	0	Pd	30	30
Bk	213	213	Pm	268	240
C	0	0	Pt	12	12
Ca	50	5	Pu	2 000	550
Cd	0	0	Rb	20	20
Ce	1 000	500	Rh	44	44
Cf	109	109	Ru	0	0
Cl	3	3	Sb	0	0
Cm	395	395	Se	0	0
Co	1 000	60	Sm	182	182
Cs	1 000	270	Sn	0	0
Es	213	213	Sr	30	15
Eu	268	240	Tb	182	182
Fe	1 000	160	Tc	0	0
Gd	182	182	Te	0	0
H	0	0	Th	60 000	1 378
Ho	182	182	Tl	0	0
I	0.1	0.1	Tm	213	213
La	213	213	U	50	15
Mn	200	50	Zn	0	0
Mo	20	10	Zr	395	280
Na	10	10			

**附录 B**  
(规范性附录)  
**免管浓度值**

表 B.1 天然放射性核素免管浓度值

核素	免管浓度值/(Bq/g)
天然放射性核素	1
<p>注 1: 天然放射性核素, 指以<sup>238</sup>U、<sup>235</sup>U 和<sup>232</sup>Th 为母核的、处于永久平衡的衰变链中的任何一个核素, 即包括物料中链首天然放射性核素<sup>238</sup>U、<sup>235</sup>U 和<sup>232</sup>Th, 和分段链的链首核素<sup>226</sup>Ra, 以及它们衰变链中的每一个衰变子体核素。</p> <p>注 2: 所列数值是指物料中该天然放射性核素的总含量浓度值, 即包括物料中所谓该地区“正常”含有的天然放射性含量, 以及由活动带来的任何附加的浓度值。</p> <p>注 3: 对物料中的天然<sup>40</sup>K 活度浓度, 不予管理。</p>	

表 B.2 人工放射性核素免管浓度值

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
H-3	100	Mn-56	10 *	Se-75	1
Be-7	10	Fe-52	10 *	Br-82	1
C-14	1	Fe-55	1 000	Rb-86	100
F-18	10 *	Fe-59	1	Sr-85	1
Na-22	0.1	Co-55	10 *	Sr-85m	100 *
Na-24	1 *	Co-56	0.1	Sr-87m	100 *
Si-31	1 000 *	Co-57	1	Sr-89	1 000
P-32	1 000	Co-58	1	Sr-90	1
P-33	1 000	Co-58m	10 000 *	Sr-91	10 *
S-35	100	Co-60	0.1	Sr-92	10 *
Cl-36	1	Co-60m	1 000 *	Y-90	1 000
Cl-38	10 *	Co-61	100 *	Y-91	100
K-42	100	Co-62m	10 *	Y-91m	100 *
K-43	10 *	Ni-59	100	Y-92	100 *
Ca-45	100	Ni-63	100	Y-93	100 *
Ca-47	10	Ni-65	10 *	Zr-93	10 *
Sc-46	0.1	Cu-64	100 *	Zr-95	1
Sc-47	100	Zn-65	0.1	Zr-97	10 *
Sc-48	1	Zn-69	1 000 *	Nb-93m	10
V-48	1	Zn-69m	10 *	Nb-94	0.1
Cr-51	100	Ga-72	10 *	Nb-95	1
Mn-51	10 *	Ge-71	10 000	Nb-97	10 *
Mn-52	10 *	As-73	1 000	Nb-98	10 *
Mn-52m	10 *	As-74	10 *	Mo-90	10 *
Mn-53	100	As-76	10 *	Mo-93	10

表 B.2 (续)

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
Mn-54	0.1	As-77	1 000	Mo-99	10
Mo-101	10 *	Sn-125	10	Cs-129	10
Tc-96	1	Sb-122	10	Cs-131	1 000
Tc-96m	1 000 *	Sb-124	1	Cs-132	10
Tc-97	10	Sb-125	0.1	Cs-134	0.1
Tc-97m	100	Te-123m	1	Cs-134m	1 000 *
Tc-99	1	Te-125m	1 000	Cs-135	100
Tc-99m	100 *	Te-127	1 000	Cs-136	1
Ru-97	10	Te-127m	10	Cs-137	0.1
Ru-103	1	Te-129	100 *	Cs-138	10 *
Ru-105	10 *	Te-129m	10	Ba-131	10
Ru-106	0.1	Te-131	100 *	Ba-140	1
Rh-103m	10 000 *	Te-131m	10	La-140	1
Rh-105	100	Te-132	1	Ce-139	1
Pd-103	1 000	Te-133	10 *	Ce-141	100
Pd-109	100	Te-133m	10 *	Ce-143	10
Ag-105	1	Te-134	10 *	Ce-144	10
Ag-110m	0.1	I-123	100	Pr-142	100
Ag-111	100	I-125	100	Pr-143	1 000
Cd-109	1	I-126	10	Nd-147	100
Cd-115	10	I-129	0.01	Nd-149	100 *
Cd-115m	100	I-130	10 *	Pm-147	1 000
In-111	10	I-131	10	Pm-149	1 000
In-113m	100 *	I-132	10 *	Sm-151	1 000
In-114m	10	I-133	10 *	Sm-153	100
In-115m	100 *	I-134	10 *	Eu-152	0.1
Sn-113	1	I-135	10 *	Eu-152m	100 *
Eu-154	0.1	Ir-192	1	Pa-230	10
Eu-155	1	Ir-194	100 *	Pa-233	10
Gd-153	10	Pt-191	10	U-230	10
Gd-159	100 *	Pt-193m	1 000	U-231	100
Tb-160	1	Pt-197	1 000 *	U-232	0.1
Dy-165	1 000 *	Pt-197m	100 *	U-233	1
Dy-166	100	Au-198	10	U-236	10
Ho-166	100	Au-199	100	U-237	100
Er-169	1 000	Hg-197	100	U-239	100 *
Er-171	100 *	Hg-197m	100	U-240	100 *
Tm-170	100	Hg-203	10	Np-237	1
Tm-171	1 000	Tl-200	10	Np-239	100
Yb-175	100	Tl-201	100	Np-240	10 *

表 B.2 (续)

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
Lu-177	100	Tl-202	10	Pu-234	100 *
Hf-181	1	Tl-204	1	Pu-235	100 *
Ta-182	0.1	Pb-203	10	Pu-236	1
W-181	10	Bi-206	1	Pu-237	100
W-185	1 000	Bi-207	0.1	Pu-238	0.1
W-187	10	Po-203	10 *	Pu-239	0.1
Re-186	1 000	Po-205	10 *	Pu-240	0.1
Re-188	100 *	Po-207	10 *	Pu-241	10
Os-185	1	At-211	1 000	Pu-242	0.1
Os-191	100	Ra-225	10	Pu-243	1 000 *
Os-191m	1 000 *	Ra-227	100	Pu-244	0.1
Os-193	100	Th-226	1 000	Am-241	0.1
Ir-190	1	Th-229	0.1	Am-242	1 000 *
Am-242m	0.1	Cm-248	0.1	Cf-253	100
Am-243	0.1	Bk-249	100	Cf-254	1
Cm-242	10	Cf-246	1 000	Es-253	100
Cm-243	1	Cf-248	1	Es-254	0.1
Cm-244	1	Cf-249	0.1	Es-254m	10
Cm-245	0.1	Cf-250	1	Fm-254	10 000 *
Cm-246	0.1	Cf-251	0.1	Fm-255	10 *
Cm-247	0.1	Cf-252	1		

注：\* 半衰期小于 1 天。