

国际原子能机构《核安保丛书》第9号

实施导则

# 放射性物质运输的安保问题



**IAEA**

国际原子能机构

## 国际原子能机构《核安保丛书》

国际原子能机构《核安保丛书》出版物旨在处理与防止和侦查涉及核材料和其他放射性物质及其有关设施的盗窃、破坏、擅自接触和非法转移或其他恶意行为并做出响应有关的核安保问题。这些出版物符合并补充了国际核安保文书，例如经修订的《核材料实物保护公约》、《放射源安全和安保行为准则》、联合国安理会第 1373 号决议和第 1540 号决议以及《制止核恐怖主义行为国际公约》。

### 国际原子能机构《核安保丛书》的类别

原子能机构《核安保丛书》出版物按以下类别发行：

- **核安保法则**包含核安保的目标、概念和原则，并提供安保建议的基础。
- **建议**提出成员国在实施核安保法则时应当采用的最佳实践。
- **实施导则**进一步详细阐述这些广泛领域内的建议并提出其执行措施。
- **技术导则**出版物包括：**参考手册** — 在具体领域或活动中就如何适用实施导则提供详细措施和（或）指导；**培训导则** — 包括原子能机构在核安保方面的培训班教学大纲和（或）手册；以及**服务导则** — 在原子能机构核安保咨询工作组的行为和工作范围方面提供指导。

### 起草和审查

一些国际专家协助原子能机构秘书处起草这些出版物。对于核安保法则、建议和实施导则，原子能机构召开不限人数的技术会议，为感兴趣的成员国和相关国际组织提供适当的机会审查草案文本。此外，为确保高水平的国际审查和达成高度国际共识，秘书处向所有成员国提交草案文本，以供进行 120 天的正式审查。这使得成员国在文本印发以前有机会充分表示他们的意见。

技术导则出版物是与国际专家密切磋商后制订的。技术会议并非必需的，但为了广泛征求意见，也可以在认为必要时召开。

国际原子能机构《核安保丛书》出版物的起草和审查过程考虑到机密性，并且承认核安保与总体乃至具体国家的安全关切有着密不可分的联系。一个基本的考虑是在这些出版物的技术内容上应当虑及相关的原子能机构安全标准和保障活动。

# 放射性物质运输的安保问题

## 下列国家是国际原子能机构的成员国：

阿富汗	加纳	尼日尔
阿尔巴尼亚	希腊	尼日利亚
阿尔及利亚	危地马拉	挪威
安哥拉	海地	阿曼
阿根廷	教廷	巴基斯坦
亚美尼亚	洪都拉斯	帕劳
澳大利亚	匈牙利	巴拿马
奥地利	冰岛	巴拉圭
阿塞拜疆	印度	秘鲁
巴林	印度尼西亚	菲律宾
孟加拉国	伊朗伊斯兰共和国	波兰
白俄罗斯	伊拉克	葡萄牙
比利时	爱尔兰	卡塔尔
伯利兹	以色列	摩尔多瓦共和国
贝宁	意大利	罗马尼亚
玻利维亚	牙买加	俄罗斯联邦
波斯尼亚和黑塞哥维那	日本	沙特阿拉伯
博茨瓦纳	约旦	塞内加尔
巴西	哈萨克斯坦	塞尔维亚
保加利亚	肯尼亚	塞舌尔
布基纳法索	大韩民国	塞拉利昂
布隆迪	科威特	新加坡
柬埔寨	吉尔吉斯斯坦	斯洛伐克
喀麦隆	拉脱维亚	斯洛文尼亚
加拿大	黎巴嫩	南非
中非共和国	莱索托	西班牙
乍得	利比里亚	斯里兰卡
智利	利比亚	苏丹
中国	列支敦士登	瑞典
哥伦比亚	立陶宛	瑞士
刚果	卢森堡	阿拉伯叙利亚共和国
哥斯达黎加	马达加斯加	塔吉克斯坦
科特迪瓦	马拉维	泰国
克罗地亚	马来西亚	前南斯拉夫马其顿共和国
古巴	马里	突尼斯
塞浦路斯	马耳他	土耳其
捷克共和国	马绍尔群岛	乌干达
刚果民主共和国	毛里塔尼亚	乌克兰
丹麦	毛里求斯	阿拉伯联合酋长国
多米尼加共和国	墨西哥	大不列颠及北爱尔兰联合王国
厄瓜多尔	摩纳哥	坦桑尼亚联合共和国
埃及	蒙古	美利坚合众国
萨尔瓦多	黑山	乌拉圭
厄立特里亚	摩洛哥	乌兹别克斯坦
爱沙尼亚	莫桑比克	委内瑞拉
埃塞俄比亚	缅甸	越南
芬兰	纳米比亚	也门
法国	尼泊尔	赞比亚
加蓬	荷兰	津巴布韦
格鲁吉亚	新西兰	
德国	尼加拉瓜	

《国际原子能机构规约》于 1956 年 10 月 23 日经在纽约联合国总部举行的国际原子能机构规约大会核准，1957 年 7 月 29 日生效。国际原子能机构总部设在维也纳，其主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。

国际原子能机构《核安保丛书》第9号

# 放射性物质运输的安保问题

## 实施导则

国际原子能机构  
2011年·维也纳

## 版权说明

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

Marketing and Sales Unit, Publishing Section  
International Atomic Energy Agency  
Vienna International Centre  
PO Box 100  
1400 Vienna, Austria  
传真：+43 1 2600 29302  
电话：+43 1 2600 22417  
电子信箱：sales.publications@iaea.org  
<http://www.iaea.org/books>

© 国际原子能机构·2011 年  
国际原子能机构印制  
2011 年 11 月·奥地利

### 放射性物质运输的安保问题

国际原子能机构 奥地利·2011 年 11 月  
STI/PUB/1348  
ISBN 978-92-0-523410-6  
ISSN 1816-9317

# 前 言

为响应国际原子能机构（原子能机构）2002年9月大会的一项决议，原子能机构采用了一项旨在防止核恐怖主义的综合方案。该方案对原子能机构有关以下方面的活动进行了协调，即核材料和核设施的实物保护、核材料衡算、侦查和应对核材料和其他放射性物质的贩卖、放射源的安保、核材料和其他放射性物质运输中的安保、成员国和原子能机构的应急响应和应急准备措施，以及促进各成员国遵守相关的国际文书。原子能机构还帮助鉴别与核材料和其他放射性物质安保有关的威胁和薄弱环节。尽管如此，对核材料和其他放射性物质以及有关设备的实物保护作出规定，确保此类物质在运输安保，以及打击放射性物质非法贩卖和意外移动，仍是国家的责任。

国际原子能机构理事会于2005年9月核准的2006—2009年国际原子能机构核安保活动计划明确指出，在放射性物质运输方面需要有一个综合性的安保方案。

由临时拼装的核装置造成可能的破坏或由放射性散布装置造成可能的经济和社会混乱可能极大。自2001年9月11日以来，在涉及核材料的恶意的可能性方面出现新的认识。最近对使用放射性散布装置的可能后果的评价已经认定有必要改进对放射性物质的安保。

对大放射源（那些如果被恶意使用就能产生严重后果的源）供应链的检查表明，在某些情况下，这些源可能比较容易遭受破坏或转用，例如，当它们：**(a)** 在保护不足的固定设施中使用，以及**(b)** 在进口的运输过程中、在国内运输中、在使用（移动式应用）中和在出口的运输过程中。

尽管为改进设施中放射源的安保已经倾注相当大的注意力并已投入相当多的资源，但对核材料以外的放射性物质在运输期间的安保工作投入的精力较少；放射性物质在运输期间是最容易受到攻击的。大放射源的运输常常是一项涉及通过公共区域转移而其实物保护却是最少的国际活动。货包在运输期间容易受到攻击，凸显在运输中给予充分的安保是绝对必要的。此外，对放射性物质运输中所涉及的风险的感性认识已经发生变化。历来重点一直放在运输的安全性上，但是现在人们已经认识到有必要将安保问

题作为一个优先项目来对待。当前对运输中安保的关切可能是由于现在人们更加广泛地认识到这样事实：放射性物质运输方面的安全记录一直很好，但存在着包括破坏在内的恶意行为的威胁。

在建立本国放射性物质运输安保条例时，成员国的监管机构可以利用本导则作为指导意见的来源。本导则包含着与会人员和个人撰稿者所作的贡献。考虑了相关的国家标准和国际标准。对与会人员和其他撰稿人所做的工作致以衷心感谢。

## 致 谢

国际原子能机构对中国国家原子能机构为本出版物的翻译所作的贡献表示感谢。

## 编 者 按

本报告无论在法律方面还是在其他方面均不涉及因任何人的作为或不作为而引起的责任问题。

尽管在保持本出版物所载资料的准确性方面十分谨慎，但无论国际原子能机构还是其成员国均不对使用本出版物可能产生的后果承担任何责任。

国家或领土的特定称谓的使用并不意味着作为出版者的国际原子能机构对于该国家或领土、其当局和机构或其边界划定的法律地位做出任何判断。

提及具体公司或产品（不管是否已经载明为注册的公司或产品）名称并不意味着有任何侵犯所有权的意图，也不应当被解释为国际原子能机构方面的核可或推介。



# 目 录

<b>1. 引言</b> .....	<b>1</b>
1.1. 背景 .....	1
1.2. 与其他出版物的关系 .....	2
1.3. 目的 .....	3
1.4. 范围 .....	3
1.5. 结构 .....	4
<b>2. 安保措施的设计和评价</b> .....	<b>5</b>
2.1. 总体方案 .....	5
2.2. 基本的安保考虑因素 .....	6
2.3. 有关运输的安保考虑因素 .....	7
2.4. 职责 .....	9
2.5. 安保措施的确定 .....	10
<b>3. 为运输中的放射性物质规定安保级别</b> .....	<b>12</b>
<b>4. 有关放射性物质运输中安保措施的指导意见</b> .....	<b>15</b>
4.1. 慎密管理实践 .....	15
4.2. 基本安保级别 .....	15
4.3. 加强型安保级别 .....	18
4.4. 额外的安保措施 .....	21
4.5. 国际发运 .....	22
<b>附录 在设定安保级别时的详细考虑</b> .....	<b>23</b>
A.1. 放射性物质的恶意使用 .....	23
A.2. 规定安保级别 .....	24
A.3. 规定放射性阈值 .....	27
A.4. 有关放射性散布装置情景的参数.....	28
A.5. 模型设计方案 .....	28
A.6. 放射学模型 .....	29
A.7. 放射学模型的结果 .....	31
A.8. 放射性核素混合物 .....	32

A.9. 关于运输安保阈值的说明 .....	32
<b>参考文献 .....</b>	<b>35</b>

# 1. 引言

## 1.1. 背景

历来原子能机构有关放射性物质运输的出版物的重点一直放在安全问题上。国际原子能机构安全标准丛书包括《放射性物质安全运输条例》TS-R-1（以下称作“运输条例”），其最新版于 2005 年发表[1]；《基本安全原则》，它于 2006 年发表[2]，以及《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》[3]，所有这三个出版物均与运输安全相关，此外也包括了少量的安保方面内容<sup>1</sup>。

原子能机构根据《有关危险货物运输的建议 — 条例范本》[4]中新的安保要求，于 2002 年开始致力于为放射性物质运输中的安保提供更多的指导性意见。这些条例范本由联合国危险货物运输和全球化学制品分类与标志协调系统专家委员会编写。联合国条例范本（以下称“条例范本”）推荐了一个附有所有危险货物运输方面相应规定的基本安保级别，和一个附有针对那些被定义为具有“严重后果”的大量危险货物的额外规定的加强型安保级别。这些规定已成为 2003 年末发表的“条例范本”的组成部分。

为此，原子能机构召集了一系列会议，以便为确定有关保护运输中放射性物质的安保级别和与恶意使用放射性物质所能造成的可能放射学后果相称的适当安保措施，提出一个理由正当的技术依据。本导则就是这些工作的成果。

本导则中所规定的有关放射性物质运输的安保体制提出了与涉及放射性物质的擅自转移、破坏和其他恶意行为有关的放射学关注和放射学危害（不是指由武器可用材料所产生的危害）。它旨在补充根据《核材料实物保护公约》（“实物保护公约”）[5] — 该公约主要针对核材料的国际运输 — 以及与该公约相关并特别扩展到国内运输的修正案所建立的安保体制。

---

<sup>1</sup> （核）安保系指预防和探知涉及核材料、其他放射性物质或其相关设施的偷窃、破坏、擅自利用、非法转移或其他恶意行为，并对此作出响应。

## 1.2. 与其他出版物的关系

“条例范本”为各国和国际多种运输方式组织实施的危险货物运输方面的安保要求提供了依据。危险货物运输方面的安保要求载于该条例范本第 1.4 和第 7.2 节。

现有关于核材料实物保护和放射源安保包括其运输期间的保护和安保的国际文书、建议和指导性意见可在以下文件中找到：

- “实物保护公约”及其 2005 年 7 月 8 日修正案[5、6]，和《核材料和核设施的实物保护》INFCIRC/225/Rev.4（更正本）[7]；
- 《放射源安全和安保的行为准则》（以下称作“行为准则”）[8]、《放射源分类》[9]和其他指导性文件。

联合国其他专门机构和计划，例如：国际海事组织（海事组织）、国际民用航空组织（民航组织）和联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）以及其他政府间组织，例如国际铁路货运政府间组织等，均已采取类似步骤，以便在所有危险货物运输中提供更好的安保。海事组织、民航组织和欧洲经委会也已修正其各自的国际文书——《国际危险货物海上运输条例》、《危险货物航空安全运输技术导则》、《国际公路运输危险货物欧洲协定》、《国际铁路运输危险货物条例》、《国际内陆水路运输危险货物欧洲协定》——以反映“条例范本”中的安保规定，这些安保规定在 2005 年已成为国际运输中必须执行的部分。

本导则是在前面提到的安保相关出版物[5-8]以及原子能机构为核材料和核设施实物保护建立的“实物保护目标和基本原则”[10]中所确定的义务和指导性意见之上建立的。

核材料运输接受实物保护公约的制约，还要接受 INFCIRC/225/Rev.4（更正本）[7]中所规定的建议性安保措施的约束。INFCIRC/225/Rev.4（更正本）根据核材料分类讨论了运输安保，包括有关质量阈值、浓缩度、所包含的放射性核素和不扩散等方面的详细说明。本导则中的运输安保措施不妨碍 INFCIRC/225/Rev.4（更正本），尤其是其中第 VIII 节中的条款。然而，就第 III 类某些核材料而言，可能有一些这样的情况，即该材料的可能放射学后果确实需要采取较之 INFCIRC/225/Rev.4（更正本）中所规定的那些措

施更高级别的安保措施。例如，某些第 III 类核材料的货包，因为它们有放射性而可能需要本导则中所要求的加强型安保措施，这些安保措施较之 INFCIRC/225/Rev.4（更正本）中的那些措施更为严格。就这些特定情况而言，本导则提供了除 INFCIRC/225/Rev.4（更正本）[7]中所载的那些措施以外的措施。

本导则中所规定的安保措施也是对“行为准则”[8]及其增编出版物《放射源进出口导则》[11]中条款的补充。有关放射源安保和放射性废物安保的相关草案正在编写中，准备以“核安保丛书”形式出版。

### 1.3. 目的

由于运输通常在公共区域进行，并且常常涉及多种运输方式间联营转移，因此，这个阶段有可能是国内和国际贸易中最易受攻击的阶段。本导则旨在推进建立一个统一而且一致的安保方案。

本导则的目的是，在实施、维护或加强核安保体制方面向各国提供指导性意见，以保护放射性物质（包括核材料）在运输期间免遭偷窃、破坏或其他恶意行为，这些行为一旦得逞就有可能造成不可接受的放射学后果。从安保观点来看，可以明确规定一个阈值，以确定哪些货包或哪些类型的放射性物质需要加以超出慎密管理实践的保护。最大程度减少放射性物质在运输期间被偷或被破坏的可能性是可以实现的，其方法就是将有关遏制、探知、延迟和应对此类行为的措施综合在一起。为了进一步降低这些风险，还要辅以其他有关回收被盗放射性物质和缓解可能后果的措施，以使上述措施更加完整。

### 1.4. 范围

本导则适用于所有包含以下内容物的货包的国际和国内运输的安保，即包含有如在“实物保护公约”和相关出版物中所规定的核材料，以及作为恶意行为的后果可对个人、社会和环境造成重大放射学危害的放射性物质。

## 1.5. 结构

第 2 节中所载适用于放射性物质运输的指导性意见，意在供国家使用以建立核安保系统。

第 3 节利用单一货包中内容物的放射性水平作为规定安保级别的依据：

- 对于如在 TS-R-1[1]中所规定的以例外货包形式运输的小数量放射性物质，其活度水平不超过非特定形式放射性核素所允许的水平，或者对于具有低活度浓度的物质（LSA-I 物质）或受到低水平污染的物品（SCO-I 物质），均不建议采取那些超出安全法规“基本安全标准”[3]以及托运人和承运人已经实施的“**慎密管理实践**”中所要求的控制措施的专门安保措施。
- 对于任何其内容物超出非特定形式内容物的例外货包的数量的货包，以及除 LSA-I 和 SCO-I 以外的物质，均应当施用包括某些专门安保措施的**基本安保级别**。
- 对于按重要数量加以包装的放射性物质，以致可以认为它是具有“严重后果”（“条例范本”术语）的放射性物质，则应施用既包括基本安保措施又包括加强型安保措施的**加强型安保级别**。
- 作为国家威胁评定或风险评定的结果，在认为有必要采取额外安保措施の場合，该国可以施用这样的**额外安保措施**。

第 4 节为那些可能还没有建立包括监管基础结构和威胁评定过程在内的定义明确而且健全的安保系统的国家，阐述了基准措施和指导性意见。已经建立定义明确而且健全的监管基础结构和威胁评定过程的国家可能已经在实施适当程度的安保。然而，即使这些国家也可以发现这一指导性文件有所助益。

本导则中所提出的一般性细则就安保级别的数量和所建议的安保措施而言与“条例范本”广泛一致，不过，这里（在第 3 和第 4 节）所建议的阈值和安保措施的某些细节与“条例范本”中所载的那些有所不同。

本导则中所概述的阈值是依据涉及放射性物质的恶意行为的可能放射学后果推导出来的。这些活度阈值已经过计算，并与“运输规程”和“行为准则”中所用的现有方案作了比较。

尽管一些单行本国际原子能机构出版物论述了放射性物质运输中的安全性，但是人们也认识到，为强调安全性而设计的措施中有一些措施也能够补充安保的目的。为此，作为在国际上多运输方式间联营级和在国家一级广泛而有效地实施“运输条例”的结果，已经建立的安全措施和程序可能已经满足某些安保要求。应该小心确保安全措施不损害安保，同时安保措施也不损害安全。

## 2. 安保措施的设计和评价

在确定要为运输放射性物质实施的安保措施时，需要考虑若干课题以防止擅自利用或偷窃放射性物质，或涉及该物质的其他恶意行为。一个国家的核安保体制要能够很好地发挥作用，作为第一步，首先必须明确规定所有有关各方的责任。所有参与设计要在运输期间实施的安保措施的各方，均应确定并且充分了解应对该类物质加以保护使其免受的威胁。营运者<sup>2</sup>的安保计划在遇有要求时可以认为是指导深入实施安保措施的适当方式。依可能后果而定，某些类型和数量的放射性物质与其他类型和数量相比对恶意行为来说可能是更有吸引力的目标。安保措施分级系统应该能够有效地处理这个问题。

### 2.1. 总体方案

在一国范围内，建立、实施和维护安保体制的责任完全在于该国家。各国需要建立一个涵盖运输中放射性物质<sup>3</sup>安保的法律和监管框架，该框架能与对此类物质在使用和贮存期间实施的安保系统有效衔接。

---

<sup>2</sup> “营运者”这一术语用来描述一个获准运行一座核设施或放射性设施，或获准使用、贮存或运输核材料和/或放射性物质的实体（法人或组织）。这样的实体通常会持有主管部门颁发的许可证或其他批准文件，或是这种批准书持有者的合同承包商。在参考文献 Ref.[1]第 II 节和《国际原子能机构安全术语汇编》[12]中也提供了一些术语的定义和解释。

<sup>3</sup> 放射性物质是国家法律中或由某个监管机构指定为由于其放射性而必须接受监管控制的物质。

在放射性物质运输期间采取的旨在保护其免遭恶意行为<sup>4</sup>攻击的安保措施，应该建立在对此类物质所面对的威胁<sup>5</sup>及其产生不可接受后果的可能性作出评价的基础上。

用来评价因恶意行为造成可能放射学后果的放射学模型的研发，为建立一个可以用来规定适当保护级别的分级而且一致的系統奠定了合乎逻辑而又透明的基础。

应该考虑对人体健康的影响，还要考虑因恶意行为造成的对经济、环境或社会危害和破坏的可能性。

## 2.2. 基本的安保考虑因素

本导则中所收录的安保考虑因素是根据“行为准则”[8]中所载的那些考虑因素以及针对“实物保护目标和基本原则”[10]和《核材料实物保护公约》[5]修正案中所列核材料<sup>6</sup>的那些考虑因素改写的。

就放射性物质运输而言，安保方面的考虑因素是：

- 国家的责任；
- 立法和监管框架；
- 建立或指定一个主管部门的必要性<sup>7</sup>；
- 参与运输的那些单位（例如托运人、承运人和收货人）的责任；

---

<sup>4</sup> 恶意行为是一种旨在使放射性物质脱离授权控制的蓄意行为（例如偷窃）或目标直指放射性物质的行为（例如破坏），从而能通过暴露于辐射或是通过放射性物质的释放或散布来危害工作人员、公众和环境，包括蓄意散布放射性物质以造成经济和社会混乱。

<sup>5</sup> 威胁是敌手造成不可接受后果的能力的一种表征，包括目的、动机和能力，例如可能的攻击者的数量、装备、培训和攻击计划。

<sup>6</sup> 核材料系指钚，但钚-238 同位素浓度超过 80%的钚除外；铀-233；同位素铀-235 或者铀-233 被浓缩的铀；含有存在于自然界的而不是以矿石或矿渣形式存在的同位素混合物的铀；任何含有上述一种或数种的材料。

<sup>7</sup> 主管部门系指为了任何与本导则相关之目的而被指定的任何本国的一个或几个部门或以其他方式公认为具有这种性质的部门（根据参考文献 Ref.[12]改写）。

- 安保文化；
- 对威胁的评价；
- 分级方案的使用；
- 纵深防御的概念；
- 管理系统；
- 紧急情况/应急预案；
- 保密性。

### 2.3. 有关运输的安保考虑因素

放射性物质的运输通常是该物质的生产、使用、贮存和处置之间的一个中间阶段。由于放射性物质在使用、贮存或运输期间被偷而失控所造成的可能放射学后果，原则上没有什么不同。不过，破坏<sup>8</sup>行为所造成的可能放射学后果可能有很大的不同，要视放射性物质所在位置而定。

鉴于放射性物质在运输中可能容易受到攻击，充分的运输安保系统的设计汲取了纵深防御的概念<sup>9</sup>，并使用分级方案<sup>10</sup>以达到防止此种物质容易受到恶意行为攻击这一目的。

设计运输安保系统时应该考虑：

---

<sup>8</sup> 破坏就是蓄意损害；本文中所述的破坏意指对使用、贮存或运输中的核材料或放射性物质或对相关设施进行蓄意损害。对核设施或在使用、贮存或运输中的放射性物质进行的蓄意行为可以通过辐射照射或放射性物质的释放直接或间接地危害工作人员、公众健康或危害环境安全（根据参考文献[7]改写）。

<sup>9</sup> 在设计安保系统时使用了纵深防御的概念，即敌手需要克服或绕过多重或相同或不不同的障碍方能达到目标。这个方案由实施多层次防御组成，既包括行政方面（程序、指令、制裁、进出控制规则、保密规则）的，也包括技术方面（多层次保护再加上探知和延迟方面的措施）的，这些多层次防御是敌手为达到其目标将必须克服或绕过的防御措施。

<sup>10</sup> 分级方案是这样一个方案或流程，即借助这个方案或流程可使管理和工程控制措施（例如实物保护系统）的范围、深度和严密性与对威胁和涉及有关项目或流程失效的任何伤害程度所作的评价相称。

- 放射性物质的数量以及物理和化学形态。
- 运输方式。
- 将要使用的货包。
- 需要采取的措施：
  - 为在运输中和在运输途中的贮存期间，遏制、探知和延迟擅自利用放射性物质，从而挫败任何试图进行的恶意行为；
  - 为确定在运输中或在运输中免不了的贮存期间，涉及任何托运货物的实际可能的恶意行为，从而能作出适当的响应并能尽快开始回收或缓解工作；
  - 为在运输中或在此类运输中免不了的贮存期间，对任何寻求擅自利用放射性物质的企图、或是真实的擅自利用放射性物质、或是对其他涉及放射性物质的恶意行为提供快速响应。
- 有关以下方面的能力：
  - 追回任何已经损坏的、被盗或丢失的放射性物质并将其置于安保监管控制之下；
  - 最大程度减少和缓解任何偷窃、破坏或其他恶意行为造成的放射学后果。

仔细考虑运输计划、路线、行程的安保、信息安保和程序，能够帮助实现运输中的有效安保。尤其是，而且要尽操作上的实际可能，提出如下可以看作是最佳实践的总体建议：

- 要尽实际可能避免固定的运输日程。
- 要以能够避免自然灾害、民间动乱或已知有威胁的地区这样一种方式来设计路线；就 1 类和 2 类源的发运而言，要在这种发运之前确定备用路线，以便在第一条路线不能用的情况下需要使用其他路线。
- 放射性物质处于运输中的总时间、多种运输方式间联营的次数以及与多种运输方式间联营相关的等候时间均要保持在必要的最低限度。

- 提前知道运输信息和施用于运输的安保措施的人要限制在必要的最少人数。
- 含有放射性物质的货包或运输用具处于无人值守状态的时间绝不能超过绝对必要的时间。
- 对运输中和在运输中免不了的临时贮存中的放射性物质所用的安保措施必须与那些用于使用和贮存中放射性物质的安保措施相一致。

## 2.4. 职责

### 2.4.1 国家的职责

为放射性物质运输建立一个充分的安保体制是每个国家的责任。国家要规定有关运输安保的法律和政府基础结构方面的基本要求，包括：

- 指定一个的独立的主管部门，由其负责实施、应用、检查和强制执行包括有效惩罚在内的立法和监管框架；
- 设置关于保护公众、社会和环境不受辐射危害的目标，这些危害包括那些可能因涉及运输中放射性物质的恶意行为引起的危害；
- 提出正式目标和标准并将其纳入安保法规；
- 确定本国国内的威胁，并为运输中安保系统的设计和评价规定有关要求；
- 定期审查安保系统，以便考虑技术方面的进展和威胁方面可能的变化；
- 营运者提交申请的程序和适当时在放射性物质运输前由主管部门核准安保计划；
- 制订一项关于通过定期视察并通过确保在必要时采取纠正行动来核实正在不断遵守安保条例的计划；
- 制定一项关于确定、分类和控制敏感信息的政策，擅自泄露这些信息可能会损害运输中放射性物质的安保；
- 确定安保解控程序，包括一项针对从事放射性物质运输的人员、

与其职责相称的可靠识别计划（需要有能对人员身份作可靠识别的官方印发的带照片身份证明或生物学记录）；

- 报道安保相关事件，包括丢失事件；
- 规定对违反运输中安保要求的犯罪行为采取刑事处罚。

应该向主管部门提供足够的授权、职责、财政和人力资源，以履行其所承担的有关运输中放射性物质安保的责任，主管部门还应该有能力实施可适用的要求。

此外，国家要采取适当措施以确保促进为所有参与放射性物质运输的人员所需要的安保文化[13]。

各国要在保密限制范围内建立旨在合作、协商和交流运输安保技术和安保实践的适当机制。各国在追回失窃或丢失的放射性物质方面遇有要求时要相互帮助。在接收国、过境国和有关政府间组织之间可以建立适当的安排，以促进合作、协调和信息交流，并确保在其管辖下的放射性物质受到足够的保护。应该向其他国家和国际原子能机构明确说明所指定的主管部门。

#### **2.4.2. 营运者的职责**

所有营运者（例如托运人、承运人、收货人）和其他从事放射性物质运输的人员均应该有责任按照国家的要求实施和维护有关放射性物质运输的安保措施。

所有营运者均应该制订应急预案，以便对涉及运输中放射性物质的恶意行为作出响应，包括有关追回丢失或失窃的放射性物质以及有关缓解后果的计划。

就国际运输而言，营运者应该事先确保，当放射性物质货包在行进途中时，任何国与国之间在安保措施方面的差异都能适用，而且，还应明确确定安保责任的转移点。

### **2.5. 安保措施的确定**

国家可以利用指令性方案或是基于实绩的方案，或是这两者相结合的

方案，以规定放射性物质运输中需要达到的目标或是需要加以实施的安保措施。在利用指令性方案时，国家可以采用本导则第 3 节中所讨论的运输安保级别。无论采用哪种方案，需要实施的安保措施都应该遵守国家法规所规定的行政和技术上的要求（基于指令性的），或是应该对照该国当前所面对的主要威胁或设计基准威胁<sup>11</sup>（基于性能的）加以评价。

国家所面对的主要威胁或设计基准威胁可以因国家或所涉位置的不同而有很大的不同。

国家有必要不断地评审与运输中放射性物质有关的威胁，并就这些威胁方面的任何变化对安保措施的规定有何影响作出评价。在适当时，各国应该与承运人共享这方面的信息。

为确定安保措施所需要的基本步骤是：

- 在国家一级：
  - 对涉及放射性物质的恶意的可能后果作出评价；
  - 基于安保和情报专家提供的信息，在国家范围内进行威胁评定；
  - 确定拟对放射性物质货包或运输工具实施的安保级别；
  - 针对每一安保级别，规定安保目标；
  - 规定为达到安保目标所必要的行政和技术上的要求或具体的安保措施。
- 在营运者一级：
  - 确定每一放射性物质货包中的放射性核素及其活度和需要使用的运输方式；
  - 给货包指定安保级别；
  - 在国家法规所设定的目标的基础上，确定适当的安保措施以满足监管要求或针对设计基准威胁进行保护。

---

<sup>11</sup> 设计基准威胁是一种对可能企图擅自转移核材料或放射性物质或可能企图搞破坏的可能的内部人员/外部敌手的属性和特性的描述，实物保护系统正是以此为背景来设计并加以评价的[14]。

通过以下方法可以确保安保措施的总体有效性，即利用通过具体评定基于国内威胁的薄弱环节所确定的额外安保措施来补充现有的安全措施，或是实施已经要求的并且能够对付国内威胁的措施。

认识到，鉴于涉及运输中放射性物质的恶意行为的可能放射学后果，为实施威胁评定<sup>12</sup>和薄弱环节评定的综合方法学所需要的信息和资源，可能并不总是可以利用的，或者可能被认为是不必要的。在这些情况下，只要利用指令性方案即可确定安保措施。这个方案包括规定与唯一根据涉及放射性物质的恶意行为的可能（放射学的或非放射学的）后果假设的威胁和风险接受水平相称的安保级别和默认的安保措施。

在这些情况下，如第 3 节中所述，根据每个货包的活度水平来指定通用的运输安保级别，并适用第 4 节中所述的指导性意见，这样就提供了一个可接受的有关确定安保措施的通用方法，国家和营运者都能利用这一方法来进行运输活动。

### 3. 为运输中的放射性物质规定安保级别

为了按照一种容易理解并可纳入现有安全和安保系统的方式来规定运输安保级别，必须对现有的正在施用于放射性物质（包括核材料）和放射源的方案作出评价。有两个出版物可以用来进行这一评价：

- “行为准则” [8]和《放射源的分类》 [9]。由于这两个出版物目前正在得到广泛使用以改善放射源的安全和安保，因此，为定义危险源而提出的 D -值可适用来说明与运输安保级别有关的阈活度。
- “运输条例”。这些条例利用活度值  $A_1$  和  $A_2$  来表示放射性物质的数量，超过这个数量的放射性物质必须使用能够抗事故的货包来运输。由于 A -值很好理解并在运输安全系统中得到充分使用，因此，借助适当的数字倍数，它们也适合用来规定活度阈值。

“行为准则”中所载密封源分类的依据是 D -值，D -值的提出可以满足

---

<sup>12</sup> 威胁评定是一种将能如实记录可能敌手的真实动机、意图和潜在能力的分析，这些可能敌手能够造成与使用或贮存中放射性物质及其相关设施有关的不良后果。

国际原子能机构安全标准丛书 No.GS-R-2 [15]中的要求, 该出版物详细说明了有关涉及危险源的紧急情况的要求。这些“安全要求”将危险源定义为一种“如果不加控制即能产生足以造成严重确定性效应的照射量”的源。“安全要求”进而又将严重确定性效应定义为一种“致命性的或能威胁生命的或能导致将会降低生活质量的永久性损伤”的效应。

为了适用这些“安全要求”, 需要有一个关于危险源的可实用的定义。危险源的这一可实用的定义被称作 D-值。D-值即是“如果不加控制就能导致受照射的个人死亡或导致将会降低个人生活质量的永久性损伤的放射性物质的数量”。

由于需要有一个基于放射源造成确定性健康效应可能性的放射源分类<sup>13</sup>, 因此, 在提出有关源和实践的数字相关分级时, 也利用 D-值作为归一化因素。因而, D-值也被用作国际原子能机构放射源分类系统的依据, 其中有一部分已被纳入“行为准则”。“行为准则”在表 1 上半部列出了 16 种特定放射源的 D-值。然而, 根据“行为准则”, 其他放射性核素极少可能由于其活度水平将会使其列入 1 类、2 类或 3 类范围的单个放射源。对这些放射性核素, 一般认为利用 Q 系统来确定更高的阈水平是适当的。

就运输而言, Q 系统是作为一个旨在评价一系列受照射途径的方法学而建立的, 其中每一个途径都有可能导致那些被卷入严重运输事故的 A 型货包附近的人员受到或是外照射或是内照射的辐射照射。按照“基本安全标准”[3], Q 系统归属于可能照射量的范围。可能照射量是指这样一个照射量, 即预期不会必然引起、但可能由于某个涉及放射性物质的事故或由于某个包括设备故障和运行差错在内的具有或然性的事件或系列事件而引起的照射量。

对于可能照射量, 采用了 50 毫希 剂量水平是基于这样的理由: 根据以往的情况来看, 涉及 A 型货包的事故所导致的照射量非常低。在选择这一参考剂量时, 要考虑个人作为运输事故的结果而受到照射的概率这一点也很重要, 因为这样的照射量通常可以认为是“一生中一次”的照射量。

---

<sup>13</sup> 放射源即是永久密封在小容器内或被严密接合在一起、呈固体形态并且不能豁免监管控制的放射性物质 (根据参考文献[8]改写)。

从安保的角度来看，这两个方案都不是完全令人满意的。“行为准则”与密封放射源有关，并考虑了确定性健康效应。Q 系统采用了考虑随机健康效应的方案。

由于运输期间涉及擅自获取的放射性物质的恶意行为，很可能涉及故意大面积散布此类物质，因此，考虑了放射性散布装置（RDD）的情景。放射性散布装置是一种“放弃型”的武器，也就是说，它要使受侵袭的地区放弃使用。因此，放射性核素的散布达到需要重新安置或重新安排受侵袭地区居民的水平，即是对有效放射性散布装置的一个适当量度。这一节在设定阈值时也考虑了其他类型的恶意行为和后果，例如直接受到未加屏蔽的放射源或烟云、食入和吸入等照射的可能后果。

为了计算造成重新安排因放射性散布装置而受到污染的地区的人员所需要的放射性物质数量，使用了一种范围确定模型。国际放射防护委员会的（ICRP 82）“在长期辐射照射情况下的公众保护”[16]和国际原子能机构的有关应急响应的“安全导则”[17]，就放射性事件后需要采取的行动提供了有关行动剂量水平的建议。范围确定模型的细节及其假设和参数载于附录。

将范围确定模型的结果与 A -值和 D -值这两组数值进行了比较。这一比较力图确定那些将会接近但不会超过该模型结果的数值的倍数。鉴于该模型中所特有的不确定性和保守的靠近，因此，不必找出严格的相互关联性，而是只需有一个合理的关联性。人们发现，与这两组数值中的任一组都能形成关联性。附录给出了有关活度阈值的依据。

因此，对加强型安保级别使用以下活度阈值：

- 对含有“行为准则”所涵盖的放射性核素的放射源和其他形式放射性物质而言，每个货包为 10 D（其中包括 1 类源和 2 类源）；或
- 对所有其他放射性核素而言，每个货包为 3000 A<sub>2</sub>。

某些放射性物质构成放射学危害的风险相当低，以致不会带来安保方面的担心。这类物质包括很小数量（其活度水平不超过非特定形式放射性核素所允许的水平例外货包）、能被运输的具有低活度浓度的物质和受到低水平污染的物品（LSA-I 和 SCO-I）。对这些物质不建议采取超出“基本

安全标准” [3]中所述并在通常商业实践中被采用的基本控制措施的专门安保措施。

在这两组阈值之间的放射性物质应该按照基本安保级别加以保护。

## 4. 有关放射性物质运输中安保措施的指导意见

有一些国家目前还不能获得为实施有关威胁评定和薄弱环节评定的综合方法学所需的信息和资源，本节要讨论的是这些国家所能采用的旨在保护放射性物质在其运输期间免遭偷窃、破坏或其他恶意行为的安保措施。

第 4.1 节确定了一些适用于低水平放射性物质的慎密管理实践。第 4.2 节提供有关基本安保级别的指导性意见，而第 4.3 节则针对超出第 3 节中所规定阈值水平的放射性物质的运输提供额外的指导性意见。这些措施均依据“条例范本”，而且，一些国家和营运者都认为这些措施代表了最低限度的一套措施。第 4.4 节提供了各国可能希望考虑的额外指导性意见，适用于特别易受攻击放射性物质的运输或在威胁增多时进行的运输。

### 4.1. 慎密管理实践

对第 3 节中没有明确规定额外条款的放射性物质货包，除了那些在“基本安全标准” [3]中所载和在通常商贸实践中所采用的基本控制措施外，不需要采用进一步的安保措施。

### 4.2. 基本安保级别

本节中所述的指导性意见适用于第 3 节中规定的、至少需要适用基本安保措施的所有放射性物质的货包。

#### 总的安保规定

主管部门应该自行向营运者提供有关运输中放射性物质所面临威胁的可能变化的信息。营运者在实施安保措施时，应该考虑所有威胁方面的信

息。对国际运输来说，应该考虑有关每一个参与这类运输的国家的威胁方面信息。

所有营运者（托运人、承运人、收货人）和其他从事放射性物质运输的人员，都应该为放射性物质运输实施与其责任和威胁水平相称的安保措施。

放射性物质应该仅仅转移给经核准的营运者。在通常情况下，承运人与收货人/托运人之间现存的业务关系即已足够。当这种关系业已不存在的情况下，可能的承运人或收货人接收或运输放射性物质的适当性或能力应该通过以下方法来确定，即需要由相关的国家监管当局或贸易和行业联合会来确认该承运人或收货人的权益是合法的。

当放射性物质在途经场所（例如仓库、货车车场等）临时贮存时，应该对放射性物质实施与其使用和贮存期间所用措施相一致的安保措施。

营运者应该建立能就没有按预期时间送达预定接收人的货包状况启动查询的适当程序。通过查询过程，如果确定该货物已经丢失或被偷，或者如果该货包看来已经受到损害，则应该立即启动程序以查找并追回该货包。

如果没有特别重要的安全或操作上的考虑，放射性物质货包应该用牢固并且密闭或加有复盖物的运输车来运送。然而，经密封并被缚牢在运输车上的单个称重超过 2000 千克的这类货包可以放在敞蓬的运输车上运输。在启运前和到达时均应由经其雇主事先特别授权从事核实工作的人员来核实锁具和封记的完整性。

如果货包需要用敞蓬运输车来运送，考虑到放射性物质的性质或主要威胁，可能有必要由国家来考虑是否应该实施额外的安保措施。这类措施可以包括提供警卫人员、屏蔽货包作对外部爆炸的预先准备，以防止或缓解在利用不易防御的火箭推进可穿入装甲的武器或类似装置进行远距离攻击的情况下对货包的损伤，以及加强路途监视或响应能力。应该依据安全专家提出的建议对货包进行屏蔽。

## 基本安保意识培训

从事放射性物质运输的人员均应该接受培训，包括安保意识基础方面的培训。

安保意识培训应该阐明与安保有关威胁的性质，同时要适当认识到安保关注点、解决这类关注点的方法以及在发生安保事件情况下需要采取的行动。培训应该（酌情）包括了解与个人职责及与其在实施安保计划方面的作用相称的安保计划。

在雇员进入涉及放射性物质运输的岗位后，就应该为其提供或验证此种培训，并应在主管部门认为适当时通过再培训定期给予补充。

所有已开展的安保培训的记录均应由雇主保存，并在遇有请求时应让雇员能够利用这些记录。

## 人员身份核实

任何运送放射性物质的运输工具的全组每个成员在运输期间均应该佩带可靠的身份证明（官方印发的能唯一识别本人的带照片身份证或生物学记录）。最好是使用生物学记录的身份识别方式，但是有些国家可能还不具备这种确认生物学记录细节的能力。因此，就国际运输而言，经官方核准的公司所印发的带照片身份证可能是最适当的身份证明。

## 运输工具的安保核实

承运人应该对运输工具进行安保检查，并应该确保这些安保措施在运输期间始终有效。在通常情况下，并在适合于运输方式时，由运输工具的承运人通过目视检查将足以确保没有任何物件受到损害，或在货包或运输工具上没有附着任何可能损害托运货物安保的物件。这样的检查至多要求像承运人自己那样对运输工具的了解。

## 书面指令

营运者应该向相关的运务人员提供有关任何必需的安保措施的书面指令，包括如何应对运输期间发生的安保事件。按照基本安保级别，这些书面指令仅包含有关应急联络的基本细节，通常已经足够。

## 安保相关信息的交流

在信息交流与敏感信息方面的安保要求不冲突的情况下，营运者应该

相互合作，还要与适当的当局合作，以便交流有关实施安保措施和对安保事件作出响应的信息。

### 可信赖度鉴定

从事放射性物质运输的人员可能要接受由营运者进行的与其职责相称的可信赖度鉴定。可信赖度鉴定应该<sup>14</sup>是一种在法律许可和在必要的情况下，利用背景检查并通过检查犯罪记录对工作人员个人可靠性的鉴定，包括可以加以核实的特性和细节。可信赖度鉴定应该基于对以往活动的背景检查，以核实个人的性格特点和信誉。

### 4.3. 加强型安保级别

对于其内容物达到或超过如第 3 节所规定的有关加强型安保级别的放射性阈值的放射性物质货包，除了基本安保级别中的那些措施以外，还应采取这一节中所述的以下安保措施。

#### 承运人和托运人的身份识别

为了交流安保相关信息的目的，在实施有关放射性物质运输的国家安保规定时，主管部门应该建立一项旨在确定那些从事需要加强型安保级别的放射性物质货包运输的托运人或承运人身份的计划。

#### 安保计划

所有营运者（托运人、承运人、收货人）和其他从事需要加强型安保级别的放射性物质货包运输的工作人员在必要时应该制订、采纳、实施、和定期评审安保计划，并遵守安保计划的各项规定。该安保计划应该至少包括以下要素，并应该根据需要加以修订以反映计划实施时的威胁水平和对运输计划的任何改变：

---

<sup>14</sup> 有的国家法律可能限制进行身份核实和可信赖度鉴定。由于与隐私权和人权立法的可能冲突，实施可信赖度鉴定可能需要特别的努力，尤其需要公众对将其引入法定体系的理解和支持。可信赖度鉴定可能有赖于一般的安保立法，再辅之以涵盖核安保问题的更加具体的法规。

- 给拥有适当权力的有能力的合格工作人员具体分配安保责任，以履行其职责。
- 规定保留有关被运输的放射性物质货包或放射性物质类型的记录。
- 审查当前操作情况并评定薄弱环节，适当时包括多运输方式间联运运输、在路途中贮存、装卸和分配。
- 明确阐述各种措施，包括培训、涵盖对更高水平威胁状况作出响应的政策、审核新雇员和使用情况、操作实践（例如选择和已经为人所知的各种路线、使用警卫人员、对临时贮存时需要加强型安保级别的放射性物质货包的接触、接近易损坏基础设施）和为减少安保相关风险所要使用的设备和资源。
- 有关及时报告和处理安保相关威胁、违反安保或安保相关事件的有效程序和设备。
- 有关评价和测试安保计划的程序以及有关定期评审和更新计划的程序。
- 用于确保安保计划中所载有关运输信息安保的措施。
- 用于确保敏感运输信息的分发受到限制以维护信息安保的措施。这类措施不应该妨碍按照 TS-R-1[1]的要求提供运输文件和托运人的申报。
- 用于监视发运地点的措施。
- 在适当情况下，包括有关安保责任转移点的协议的细节。

各国必须明确规定安保计划的责任及其归属人。通常情况下，这是对任何特定运输方式或特定运输阶段中的放射性物质安保负有直接责任的营运者。如果运输已经按合同转包，那么，确保合同上安排明文规定有关制订并履行安保计划的条款可能是适当的。

依照这些条款制订的安保计划中所要求的信息可以纳入为其他目的制订的计划。然而，安保计划几乎总是会包含一些应该加以限制的的信息，仅限于那些为履行其职责需要知道这些信息的人。这类信息不应当被列入为其他目的制订的计划，也不应当被列入可能要更加广泛散发的计划。

当制订安保计划时，营运者必须确保（按照原子能机构“安全标准丛书”No.GS-R-2 [15]的要求，并得到原子能机构“安全标准丛书”No.TS-G-1.2 [17]）等相关安全导则的支持）包括适当的应急响应预案。

## 事先通知

托运人应该向收货人提供有关已安排的发运、运输方式和预期交付时间的事先通知。

收货人应该在运输开始之前进一步确认在预定时间接收交付的能力和准备情况，而且，还应该将有关在预期交付期限内是否已经收到的情况通知托运人。

托运人如遇有请求或有需要时，应该向任何接收国或过境国的主管部门事先提供发运通知。在这个层面上，为安保目的可能需要的通知可以根据早先为其他目的所需要的事先通知来编写。

## 跟踪装置

适当时可以采用跟踪方法或跟踪装置来监测装有放射性物质的运输工具的移动情况，用一个简单的跟踪系统就能追踪发运的启程时间、运输方式是否已经改变，以及这批物资是否已被放置在临时贮存库，或者这批发货是否已经送达。这种有关状况变化的信息应该随时都能提供给有关方面（即承运人、托运人和其他营运者）使用。这种跟踪系统可以像提供货包位置和状况方面信息的条形码系统那样简单。跟踪系统与通信系统和响应程序结合起来，将能使营运者和主管部门对包括偷窃放射性物质在内的恶意行为及时作出反应。

## 从运输工具上通信联络

按照安保计划中的规定，在运输期间，承运人应在运输工具上提供工作人员与指定联络点进行通信联络的能力。

## 有关公路、铁路和内陆水路运输的额外安保规定

就经由公路、铁路和内陆水路的运输工具而言，承运人应该确保采用

能够遏制、探知、延迟偷窃、破坏或其他危害运输工具及其货物的恶意行为并能对此作出响应的装置、设备或其他安排，还应该确保这些安排始终都在工作状态并且行之有效。

营运者应该尽可能在运输期间保持连续照看公路运输车辆。在无法避免不能照看的情况下，应该为公路运输车辆提供安保，以使它能够符合有关保护、探知和作出响应的标准，并且最好选择照明良好的区域。

#### **4.4. 额外的安保措施**

在某些情况下，鉴于设计基准威胁、对主要威胁的评估或正在运送的物质的性质，各国可以考虑加强前述的基本安保措施。在一些可能仅与某些类型或某些数量放射性物质有关或与特别敏感的运输有关的情况下，各国可以要求施用下列措施中的部分或全部措施。这一连串措施也并不是详尽无遗的。

对那些从事放射性物质运输的人员可以提供超出基本安保意识培训以外的额外培训，以确保他们掌握有关实施与其职责相关的具体安保措施的适当技能和知识。

放射性物质承运人可能要受到某种体制的约束，按照这种体制，他们的运营活动要经批准，他们的安保程序必须接受审查，而且，他们的安保计划还必须经由主管部门正式核准和定期评审。

在切实可行的情况下，可以要求采用自动化的而且能实时跟踪的方法或装置，以使运输控制中心能够远距离监测放射性物质运输工具和货包的移动情况以及该物资的状况。

从事放射性物质运输的人员可能要受到与其职责相称的、正式的国家安保解控的约束。

可以要求警卫人员来护卫某些运输，以备持续有效地监视货包和/或运输工具。在这种情况下，确保警卫人员受到足够培训（尤其是如果要给他们配备武器的情况），适当配备设备并且充分认识其职责将是很重要的。

主管部门可以要求对货包设计就其运输方式而言受到破坏的可能性和

相关放射学后果作出评价。这一评价应该在与安全专家密切磋商下来进行。

在装载和发运之前，可以要求经过适当培训的工作人员对运输工具进行彻底搜查，以确保其没有受到任何形式可能危及安保的干扰。

对那些涉及安保责任转移点的程序和有关多运输方式间联营转移点的程序，可能需要给予特别的注意。

可以考虑利用经过专门设计或改造以提供额外安保性能的运输工具。

可以对响应预案进行评审，以确保将能对任何偷窃、破坏或其他恶意行为方面的企图作出适当响应。尤其是，应该审查与响应部队的协调，以确保对事件作出适当而及时的响应。

在放射性物质运输之前可以进行适当的演练，以确保应急预案是充分健全的。

可以向负有具体安保责任的工作人员提供详述其职责的书面指令。

可以采取与国家要求相一致的额外措施，以保护与运输活动相关信息的机密性，包括日程安排与路线方面的详细信息。此外，确保运输过程中利用可靠的通信联络以及此类措施要提供系统的冗余度，可能是适当的。

## 4.5. 国际发运

就空运而言，要求按照可适用的安保条款（《国际民用航空组织公约》[18]附件 17 和 18 以及《国际民用航空组织关于危险货物空中安全运输技术指令》[19]）来进行发运。就海上运输而言，要如同《国际海洋生物安全公约》（SOLAS 74 修正本）[22]所要求的那样，按照《国际船只和口岸设施安保准则》[20]和《国际海运危险货物准则》[21]中可适用的安保条款来进行发运。这些条款应该利用本导则所提供的信息加以补充。

在着手国际发运之前，启运国可以作出适当规定，以进一步确认接收国和任何过境国的安保要求将能得到满足。

## 附 录

### 在设定安保级别时的详细考虑

本附录概述为确定造成基准后果所需放射性物质数量所用的模型的详细制订过程。该模型不打算预测放射性散布装置（RDD）所产生的影响，而是要确定能够导致有必要对某个区域的公众进行重新安置或转移的放射性核素的数量。ICRP 82“在长期辐射照射状况下保护公众”[16]和原子能机构“应急准备和应急响应安全要求”[15]提出了有关在放射性事故后需要采取行动的剂量水平的要求和建议，因而在该模型中被用作参考剂量的依据。这是一个对蓄意散布事件严重性的比较保守的量度，因为它确定了某个区域那些时间可能要被放弃使用的。

#### A.1. 放射性物质的恶意使用

涉及放射性物质的可能恶意行为涵盖多种多样可能的情景。以下事件描述了很大一部分有可能引起严重放射学后果的可能恶意行为的类型：

- 将无屏蔽的放射性物质隐蔽放置在工作区和/或生活区或街道场所，公众在这些地方可能受到外照射。
- 破坏放射性物质货包或发运物，随后释放放射性物质并将其散布到环境中。
- 获取一个放射性物质货包或托运物，随后利用常规爆炸器材散布该物质。这样的事件即一种放射性散布装置的情景，它引起的主要放射学后果包括近场效应和远场效应。在爆炸地附近（近场），可能有带放射性的弹片和较大块的放射性物质散布在该区域，给人员造成伤害，并使建筑物受到损坏和污染等。而气化的或粉碎得极细的放射性物质还会造成全面污染。在这个区域的人员可能吸入气化的或粉碎得极细的放射性物质，他们的皮肤和衣服也都可能受到污染。还有可能形成烟云，这些烟云能够（向远场）散布气化的和粉碎得极细的物质，从而导致该区域和该区域的人员受到污染，同时，当烟云通过时，由于吸入而受到照射。

- 获取一个放射性物质货包或托运物，随后加以处理（例如将其转化成可以更容易散布的形式），接着将此放射性物质散布到环境中（放射性散布装置的情景）。这一行动需要时间和资源，将使安保部队进行成功干预的可能性增加。因此，一般认为这一情景的可能性较之其他情景要小。

这些类型的放射性攻击所造成的放射学后果视情况不同而有极大的可变性，例如要视事件的类型和性质以及所涉及的放射性物质的类型和数量而定。由于放射性散布装置情景对于想要造成伤害的敌手来说，可能是一个非常具有吸引力的方式，而且只需要不太复杂的能力就能加以实施，因此，一般认为这是一个更有可能的情景。就评价某个涉及不同放射性核素的恶意行为的可能放射学后果而言，放射性散布装置情景也被认为是一个恰当的设想。

## A.2. 规定安保级别

由于放射性物质运输是在其他危险货物运输这一框架范围内，因此，最好要与现有的安保要求和细则尤其是“条例范本”和国际多运输方式联运条例尽可能保持一致。另外，由于“行为准则”[8]及其补充导则、“实物保护公约”[5]及其修正案[6]以及 INFCIRC/225/Rev.4（更正本）[7]也涵盖某些放射性物质，因此，最好也要与这些文件尽可能保持一致。本导则中所载的安保级别就是本着这些考虑因素来制订的。

由于运输活动就其如何进行而言有着很大的差异（是否满载、各个货包内的货物情况等），因此，有必要明确规定有关指定安保措施的依据。现有两个可行的依据可以用来说明哪些情况下应该施用加强型运输安保措施：

- 每个货包：当某一批托运货物中有任一货包超过阈值时，就要施用加强型安保条款。对这一方案来说，有可操作的好处，例如不需要承运人不断地记录该运输工具上的总活度。然而，这一方案也许不能对利用某个单独转移的运输工具所能造成的可能伤害提供准确量度（因为在一个单独的运输工具上可能有多种货包）。

- 每个运输工具：当某个运输工具上的总活度超过阈值时，将会施用加强型安保条款。这一方案确保某个单独运输工具上的总活度将不会超过阈值，因而不需要施用加强型安保条款。然而，从操作上来说，这一方案将很难实施。

在本导则中采用每个货包方案。

有些放射性物质货包其放射性水平很低，以致它们具有较低的放射性危害和较低的安保风险（例如，消费品、很小量的放射性核素、具有很低活度浓度的材料）。由于在恶意行为中使用这些材料所能造成的可能后果非常有限，对其内容物不超过为非特定形式物质所允许的活度的例外货包（按参考文献[1]第 230 段中的规定）以及 LSA-I（按参考文献[1]第 226 段中的规定）和 SCO-I（按参考文献[1]第 241 段中的规定）均无需施用较之那些通常适用于商业运输的条款更为严厉的运输安保条款。适用于这些运输的通常商业控制措施与它们一旦被用于恶意行为仅造成很小的可能后果是相适应的。

就超过例外货包中所允许的放射性水平的货包而言，它们被用于恶意行为的可能后果有很大的不同（大小上超过许多数量级）。然而，为了指定适当的运输安保措施，可以根据可能后果将货包分类。为了简明起见，安保级别少一些是可取的，但是安保级别多一些可以更容易比较精确地按照这些物质的可能放射学后果来“调整”安保措施。经过几次会议之后，一致认为两个安保级别将足用来为那些其所含放射性物质数量多于例外货包中所允许的数量的货包指定运输安保措施。使用两个级别既可以鉴别或是确实需要“基本”安保措施或是确实需要“加强型”安保措施的货包，同时又能尽可能简单地来指定安保措施。

使用两个运输中安保级别意味着：必须利用某个定量的尺度来规定给某个货包分配哪一个级别的安保（这就是说需要有个标准）。通过确定活度阈值就能做到这一点，因为某个货包的内容物的可能后果是基于该货包内的放射性核素和放射性水平的。使用一个简单的放射性水平阈值也与“条例范本”中危险货物运输的方案相一致。这一阈值规定了用来区别严重后果（“条例范本”术语）放射性物质货包与其他放射性物质货包（降到例外

货包、LSA-I 和 SCO-I 的水平，它们不值得采用超出慎密管理实践的安保措施)的标准。

对那些根据其可能后果要受到以下要求约束的货包而言，这个方案导致总共有三个运输安保级别：

- 慎密管理实践：包括其内容物不超过为非特定形式物质所允许的活度的例外放射性物质货包和指定为 LSA-I 和 SCO-I 的放射性物质。不建议采取除“基本安全标准” [3]和通常商业实践所要求的那些控制措施以外的额外措施。
- 基本安保级别：包括与其他要受到“条例范本”中危险货物安保‘通用条款’约束的危险货物相似的货包（指那些低于规定放射性阈值的货包）的托运。
- 加强型安保级别：包括至少含有一个与“条例范本”中所规定的具有严重后果危险货物相似的货包（即超出放射性阈值的货包）的托运。
- 额外的安保措施：在某些情况下，国家可以考虑这些额外的安保措施。

图 1 对运输安保级别作了说明。



图 1. 递增的运输安保级别。

### A.3. 规定放射性阈值

为了说明哪些货包应该按照加强型安保措施来运输，有必要对将会构成严重后果的放射性物质的放射性水平作出规定。

为了定义危险源，已经做了大量分析和模型设计（见 RS-G-1.9[9]）。这项工作确定了受照射情景和用来规定将会构成对人体危险的放射性核素数量的剂量标准（D-值）。这些情景也包括可能与某个恶意行为有关联的散布情景。该情景包括例如通过放火、爆炸（即借助放射性散布装置）或人为行动来散布放射源，从而导致个人由于吸入、食入和/或皮肤污染而受到照射[9]。危险源的定义是：一旦失去控制即能产生严重确定性健康效应的源。确定性健康效应是指辐射照射的健康效应，关于辐射照射，通常存在一个阈剂量水平，当高于这个水平时，剂量越高，该效应的严重程度就越大。严重的确定性效应是这样一种效应，即能够致死、有生命危险，或能导致会使个人生活质量下降的永久性损伤的效应。产生严重确定性效应所需要的剂量要比产生随机效应的剂量高得多（就随机效应而言，一般假设不存在阈剂量水平，而且此种效应的严重程度并不因为剂量增高而增加，例如癌症）。

由于蓄意将放射性物质散布到环境中中最有可能造成长期而广泛的健康、社会和经济后果（因为必须要重新安置、重新安排、清理等），因此，选择这一情景作为模型的依据。

为了定量地应用这种散布情景，需要对这种事件的效应进行量度。由于放射性散布装置不大可能造成因辐射照射而致大规模的即时死亡或严重伤亡事故，因此，这不是一个对后果的正确量度。同样，由于通过可能有很大差异的保护性行动和补救行动将能缓解放射性散布装置引起的长期健康效应，这也不是一个很好的量度。放射性散布装置基本上是一种“放弃型的武器”，因为它可能导致某个区域的人员撤离、重新安置和重新安排。对放射性散布装置有效性的量度可以基于这种装置可能必须要放弃使用的某个区域的总量。如果必须要重新安置或重新安排全体居民离开某个区域，特别是当必须要永久性地或长期地给他们重新安排直至清理工作结束，至此，这个装置才算取得了成功。因此，这个模式可以基于这种对可能后果的量度。

## A.4. 有关放射性散布装置情景的参数

对使用放射性散布装置的可能放射学后果的评定和评价需要考虑若干涉及放射性物质散布的过程。一个关键问题是散布到环境中的放射性物质的数量。这个参数可用气载释放份额（散布的物质数量）和可呼吸的释放份额来表征。可呼吸的释放份额（RRF）是指小到足可被吸入（通常小于 50 微米）的微粒形式释放的物质的份额。这种大小范围的微粒具有特殊意义，因为对某些放射性核素来说，吸入也许是一个重要的照射途径。这些微粒可以通过烟云传播，其结果是公众从烟云中吸入，在地面和其他表面的沉积物在以后的时间里再悬浮，接着再被吸入。

国际原子能机构的一次顾问会议指出，就涉及遭受高能密度装置攻击的乏燃料罐的恶意事件而言，RRF 值大约为  $10^{-5}$ 。对于（利用不易防御的火箭推进可穿刺装甲的武器或类似装置）远距离攻击严加屏蔽的 B 型货包来说，这个数值被认为是一个合理的近似值。尽管较小而且坚固性稍差的货包将会释放其中较多的内容物，但因破坏行为而释放的物质的份额将会小于针对放射性物质本身的散布行动所引起的释放量份额。

研究（NUREG/CR-0743 [23]，Lange et al. 1994 [24]）表明，广泛的 RRF 值范围（ $10^{-1} - 10^{-3}$ ）可能是因为固体形态放射性物质爆炸碎片所致。这种事件也能导致在大约 1 平方公里区域内分布着大约  $10^2 - 10^4$  个固体碎片。在这些情况下，碎裂物质的清理工作与分裂成更细微粒的情况相比也许难度要小些，所耗费的时间也要少些。

鉴于可能的气载释放和 RRF 值的范围广泛，选择释放因子 10% 用于放射性散布装置的可能效应的模型。这个数值对于将是十分分散的释放份额来说显然是一个保守的估计，因为在公共领域运输放射性物质的类型和性质范围广泛。对大部分被认为是可散布的物质来说，10% RRF 将是一个保守的估计[25、26]。一般认为所有被释放的物质都是可以呼吸的，所以，RRF 与释放因子是一样的。

## A.5. 模型设计方案

现有几种不同的方式可将放射性物质气载散布做成模型。最常用的两种方法及其优缺点如下：

- 平面的均匀分布模型：这一方案通过适当参数来提供保守的结果，易于理解，而且可靠。
- 散布模型：这一方案更严密地模拟释放后污染物的真实分布情况，但是有赖于对释放时的状况作出假设（气象学、地形学、爆炸强度等）。

平面的均匀分布模型已在许多应用中用来帮助制订应急预案和决策。因此，选择这一方案来探讨放射性散布装置的可能效应。由于这一模型假设在一个确定的表面积上均匀分布，因此，它的保守之处在于，它不依赖于要对物质的散布过程进行预测。将保守的平面均匀分布模型的结果与同时期的气载散布模型的结果（例如，HOTSPOT 和 HPAC）做个比较，即能进一步证实这一平面模型是保守的估计（即过高估计后果），但还是提供了可接受的结果。

## A.6. 放射学模型

为了评估放射性物质大面积散布从而导致放射性物质在这一区域均匀分布的影响开发了一个模型。

陆地污染物清理工作细则规定了一些可用来确定在某个放射性事件后究竟何时需要采取干预的标准。应急准备指导性意见，例如在参考文献[27]“反应堆事故期间决定保护性行动的通用评估程序”中提供的那些指导性意见，确定了有关何时应该重新安置或重新安排因事故受污染区域的一般公众的标准。在决定某个区域是否因放射性散布装置而受到足够严重的污染以致需要转移公众（即需要放弃使用这一区域）时，这些重新安置和重新安排的标准是可供使用的适当标准。选择 ICRP 82 中关于重新安排的剂量标准：人的终身剂量为 1000 毫希，是因为国际上已经接受这一标准[28]。这个数值提供了有关放射性散布装置事件严重程度的可靠量度，因为它是对某个区域何时可能要被放弃使用的量度。

已经开发的平面均匀散布模型需要若干必须加以详细说明的参数。有几个参数摘自参考文献[27]，借鉴了国际原子能机构为评估放射性事故后紧急状况而开发的早期应用。其中包括与在室内度过时间有关的居住因子和建筑物屏蔽因子。通过利用参考文献[27]中的  $CF_4$  因子（程序 F2、表 F5），

与沉积有关的长期剂量转换因子，推导由于广泛散布而导致达到重新安排的剂量标准的剂量的放射性水平（即放射性阈值）是可能的。

关于受污染区域的大小，使用 1 平方千米的数值。这相当于一个典型的拥有大约 1 万人口的市区区域。与根据复杂的气载释放和分布模型预测的受污染区域的大小相比，这 1 平方千米参考区域是一个保守的估计。

根据这些起始假设：

面积： 1 平方千米  
 释放因子： 0.1  
 屏蔽因子： 0.16  
 居住因子： 0.6

提出了以下等式，以便为 1 平方千米区域的居民重新安排所必需的活度建立模型：

$$A = \frac{D \times \text{面积}}{CF_4 \times RF} \left[ \frac{1}{(OF \times SF) + (1 - OF)} \right] \times \frac{1 \times 10^{12} \text{ 贝可}}{10^9 \text{ 千贝可}} \quad (1)$$

其中

$A$  是活度 ( $10^{12}$  贝可)；

$D$  是 ICRP 人的终身剂量值 (1000 毫希)；

$CF_4$  是与沉积有关的长期剂量转换因子  $\left[ \frac{\text{毫希} \cdot \text{平方米}}{\text{千贝可}} \right]$ ；

面积 是指被涵盖的表面积 ( $10^6$  平方米)；

$OF$  是居住因子 (0.6)；

$SF$  是屏蔽因子 (0.16)；

$RF$  是释放因子 (0.1)。

利用参考文献[27]中的  $CF_4$  因子即可给予自动考虑的参数包括：

- 放射性衰变；
- 风化侵蚀情况；

- 表面粗糙性；
- 地面光照；
- 由于再悬浮造成的吸入（再悬浮因子为  $10^{-6}$ ）。

## A.7. 放射学模型的结果

利用考虑了等式 (1) 和上述参数的电子数据表,就若干放射性核素计算了为达到上述剂量标准所需要的活度。将这些活度值与前面叙述过的 D-值和 A-值进行了比较。

鉴于一些成员国正在实施“行为准则”,所以对准则中所包含的这一方案进行了探讨,以确定是否能用它来规定该准则中所列放射性核素的活度阈值。已经发现,对  $\beta/\gamma$  发射体而言与 1000 D,对  $\alpha$  发射体而言与 10 D 有着合理的关联性。由于含有 10 D 的放射源的危险性要比参考用的“危险源”大 10 倍,并能产生严重的确定性效应,因此可以断定,10 D 的值能够用来为该准则中所列的放射性核素指定加强型运输安保级别。

对于未被列入“行为准则”的放射性核素,则需要另一个方案来规定活度阈值。人们强烈希望按照传统的运输安全性 A-值来规定放射性阈值。这些数值是利用 30 多年来一直被纳入“运输条例”(见参考文献[28])的“Q 系统”来计算的。

$A_1$ -值是针对特定形式(不可散布的)放射性物质导出的, $A_2$ -值则是针对“非特定形式”(可以散布的)放射性物质导出的。尽管 A-值并不是基于适用于描述放射性散布装置可能后果的照射情景(它们是根据运输事故情景来推导的),但这些值已在放射性物质运输中得到广泛使用。因此,人们认为利用 A-值的倍数来表示放射性阈值是理想的方式。当不顾及“行为准则”所涵盖的放射性核素时,其余放射性核素则与  $3000 A_2$  的值呈现出良好的相关性(因为放射性核素的  $A_2$  值从不超过  $A_1$  值)。因此,对于未被列入“行为准则”的放射性核素,可以使用  $3000 A_2$  的值来确定必须施用加强型运输安保措施的货包。这并不意味着  $3000 A_2$  相当于它所造成的严重确定性健康效应的风险与 10 D 相同。对某些放射性核素来说, $3000 A_2$  就是如果不加控制就能导致对人体的严重确定性健康效应的放射性核素数量的 1000 倍或更多倍(D-值)。

## A.8. 放射性核素混合物

对放射性核素的混合物而言，可以通过计算来确定是否已经达到或超过运输安保放射性阈值，即是将每种放射性核素的现有活度除以该放射性核素的运输安保阈值所得之比相加。如果这些分数相加之和小于 1，那么，该混合物的放射性阈值没有被超过（见式 (2)）：

$$\sum_i \frac{A_i}{T_i} < 1 \quad (2)$$

其中

$A_i$  是货包中现有放射性核素  $i$  的活度（ $10^{12}$  贝可）；

$T_i$  是放射性核素  $i$  的运输安保阈值（ $10^{12}$  贝可）。

## A.9. 关于运输安保阈值的说明

为方便采用运输安保措施，使用以下关于‘严重后果’放射性物质的定义；按单个货包计定为  $3000 A_2$  但不包括以下放射性核素：

放射性核素	运输安保阈值 ( $10^{12}$ 贝可)
镅-241	0.6
金-198	2
镉-109	200
镧-252	0.2
镉-244	0.5
钴-57	7
钴-60	0.3
铯-137	1
铁-55	8000
锆-68	7
钷-153	10
铀-192	0.8
镍-63	600
钷-103	900
钷-147	400
钷-210	0.6
钷-238	0.6
钷-239	0.6
镭-226	0.4
钷-106	3
硒-75	2
锶-90	10
铊-204	200
铊-170	200
铊-169	3



## 参 考 文 献

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, IAEA, Vienna (2005).
- [2] EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [4] UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Model Regulations, Rep. ST/SG/AC.10 /1/Rev.14, United Nations, New York (2001).
- [5] The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev.1, IAEA, Vienna (1980).
- [6] The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev.1, IAEA, Vienna (2005 amendments, under ratification).

- [7] The Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, INFCIRC/225/Rev.4(Corrected), IAEA, Vienna (1999).
- [8] Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA, Vienna (2004).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorization of Radioactive Sources, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.9, IAEA, Vienna (2005).
- [10] Physical Protection Objectives and Fundamental Principles, GOV/2001/41, IAEA, Vienna (2001).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources, IAEA, Vienna (2005).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection, 2007 edn, IAEA, Vienna (2007).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Culture, IAEA Nuclear Security Series No. 7, IAEA, Vienna (2008).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Design Basis Threat, IAEA Nuclear Security Series (in preparation).
- [15] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).
- [16] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation

- Exposure, Publication 82, Pergamon Press, Oxford and New York (1999).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).
- [18] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Convention on International Civil Aviation, 9th edn, Doc. 7300/9, ICAO, Montreal (2006) Corrigendum 26 November 2007.
- [19] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air, Doc. 9284-AN/905, 2007-2008 edn, Annexes 17 and 18, ICAO, Montreal (2007).
- [20] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, International Ship and Port Facility Security Code, IMO, London (2004).
- [21] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, International Maritime Dangerous Goods Code, IMO, London (2007).
- [22] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, SOLAS: The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS-74, amended), IMO, London (1989).
- [23] FINLEY, N.C., et al., Transportation of Radionuclides in Urban Environs: Draft Environmental Assessment, SAND79-0369, NUREG/CR-0743, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM (1980).
- [24] LANGE, F., et al., "Experimental determination of UO<sub>2</sub>-release from a spent fuel transport cask after shaped charge attack", Proc. 35th Ann. Mtg Naples, FL, 1994, Institute of Nuclear Material Management, Northbrook, IL (2001) 408-413.
- [25] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, A Regulatory Analysis on Emergency Preparedness for Fuel Cycle and Other Radioactive Materials

Licensees: US Nuclear Power Plants, NUREG-1140, US Govt Printing Office, Washington, DC (1988).

- [26] UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, Airborne Release Fractions/Rates and Respirable Fractions for Non-reactor Nuclear Facilities, DOE-HDBK-3010-94, DOE-HP, Washington, DC (1994).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, IAEA, Vienna (1997).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.1, IAEA, Vienna (2002).











本导则在实施、维护或加强核安保体制方面为各国提供指导性意见，其目的是保护运输中的放射性物质（包括核材料）免遭偷窃、破坏或其他恶意行为，这些恶意行为一旦得逞就有可能造成不可接受的放射学后果。从安保角度明确规定了一个阈值，用于确定哪些放射性物质货包或类型需要加以超出慎密管理实践的保护。最大程度减少运输中放射性物质被偷或遭破坏的可能性是可以实现的，其方法就是将有关遏制、探知、延迟和应对此类行为的措施综合在一起。为了进一步降低这些风险，还要辅以其他有关回收被偷放射性物质和缓解可能后果的措施，以使上述措施更加完整。

国际原子能机构  
维也纳

ISBN 978-92-0-523410-6  
ISSN 1816-9317