

附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□□—20□□

---

放射性物品运输核与辐射安全分析报告书  
格式和内容

Format and content for the safety analysis report of nuclear and radiation  
for the transport of radioactive material

(征求意见稿)

20□□-□□-□□ 发布

20□□-□□-□□ 实施

---

生态环境部 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 总论.....	2
4.1 概述.....	2
4.2 编制依据.....	2
4.3 编制团队.....	3
4.4 评价范围.....	3
4.5 评价标准.....	3
4.6 职责和分工.....	3
4.7 特殊安排的运输.....	3
5 货包.....	3
5.1 概述.....	3
5.2 内容物特性.....	3
5.3 运输容器.....	3
6 运输方案.....	3
6.1 运输方式及承运人.....	4
6.2 运输量.....	4
6.3 运输工具及货包装载栓系.....	4
6.4 运输路线.....	4
6.5 行程安排.....	5
6.6 装卸操作.....	5
6.7 启运前的准备.....	5
6.8 启运前检查.....	5
6.9 中途暂存.....	6
6.10 货包接收.....	6
6.11 安全保卫措施.....	6
6.12 特殊安排运输的补充措施.....	6
6.13 与其他货物一起运输.....	6
7 辐射防护.....	6
7.1 组织机构及其职责.....	6
7.2 剂量约束值.....	6
7.3 辐射防护措施.....	7
7.4 辐射防护用品及器具的配备.....	7
7.5 辐射影响分析和辐射防护最优化.....	7

7.6 辐射监测.....	7
7.7 个人剂量管理.....	8
7.8 培训.....	8
8 事故应急准备.....	8
9 结论和承诺.....	9
9.1 评价结论.....	9
9.2 承诺.....	9
附录A（资料性）栓系装置强度分析示例.....	10
附录B（资料性）运输过程中货包与人员隔离距离计算.....	15
附录C（规范性）放射性物品运输事故应急响应指南.....	21
附录D（规范性）质量保证文件.....	36

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性物品运输安全管理条例》，防治放射性物质污染，保障人体健康，保护环境，规范放射性物品运输核与辐射安全分析报告书的编制，制定本标准。

本标准规定了放射性物品运输核与辐射安全分析报告书的格式和内容，即总论、货包、运输方案、辐射防护、事故应急准备、结论和承诺以及质量保证。

本标准代替生态环境部（国家核安全局）核安全导则文件《放射性物品运输核与辐射安全分析报告书格式和内容》（HAD701/02-2014），自本标准实施之日起，该导则文件废止。本次修订与HAD701/02-2014相比，主要技术变化如下：

- 增加了编制团队，描述编制人员的信息及应涵盖的专业；
- 删除原导则文件中运输工具基本参数包括牵引力、载重、爬坡能力、转弯半径等，以及运输稳定性分析；
- 增加栓系方案的安全性分析示例附录A；
- 补充完善运输方案章节内容；
- 简化原正常运输条件和运输事故条件下的辐射影响分析，正常运输条件下的辐射影响分析针对运输工作人员和主要公众并用隔离距离进行评价，增加隔离距离计算示例附录B；
- 将原质量保证章节内容进行调整并转移到附录D；
- 删除环境影响评价相关内容；
- 其他格式及文字性修改。

本标准附录A和附录B是资料性附录，附录C和附录D是规范性附录。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司和法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中机生产力促进中心，生态环境部核与辐射安全中心。

本标准由生态环境部20XX年XX月XX日批准。

本标准自20XX年XX月XX日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 放射性物品运输核与辐射安全分析报告书格式和内容

## 1 范围

本标准规定了一类放射性物品运输核与辐射安全分析报告书的格式和内容,适用于托运人编制一类放射性物品运输核与辐射安全分析报告书。

放射性物品运输核与辐射安全分析报告书的具体格式和内容应满足本标准第四章至第十章,以及附录D的要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB11806《放射性物品安全运输规程》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**托运人** consignor

将托运货物提交运输的个人或组织。

### 3.2

**承运人** carrier

使用任何运输手段承担放射性物品运输的个人或组织

### 3.3

**接收人** consignee

接收托运货物的个人或组织。

### 3.4

**特殊安排** special arrangement

有关政府部门批准的一些措施,按照这些措施可以运输没有满足相关标准中所有适用要求的托运货物。

### 3.5

**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。

### 3.6

**货包** package

货包是提交运输的包装与其放射性内容物的统称。

### 3.7

**运输指数** transport index

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

### 3.8

#### 临界安全指数 criticality safety index

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

### 3.9

#### 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：

——非固定污染系指在常规的运输条件下可以从表面上去除的污染；

——固定污染系指除非固定污染以外的污染。

### 3.10

#### 辐射水平 radiation level

以 $\text{mSv/h}$ 或 $\mu\text{Sv/h}$ 为单位表示的相应的剂量率。

### 3.11

#### 栓系耳轴 Attachment point

货包的附件，用来固定栓系组件或其它固定装置。

### 3.12

#### 锚固点 Anchor point

运输工具的附件，用来固定栓系组件或其它固定装置。

### 3.13

#### 楔子 Chock

固定在运输工具上的附件，用于吸收来自货包的水平作用力。

### 3.14

#### 栓系组件 Tie-down member

栓系耳轴和锚固点的连接组件（例如：钢索、绳索、铰链等）。

### 3.15

#### 栓系系统 Tie-down system

由栓系耳轴、锚固点和栓系组件构成的系统。

## 4 总论

### 4.1 概述

简要介绍项目概况，包括目的、托运人单位情况、接收人等，明确托运人对拟运输放射性物品的合法性。准确描述拟运输的放射性物品，包括放射性核素、物理化学形式、活度浓度和总活度等。给出运输容器和运输方式等，明确拟申请与运输有关的期限。

除密封放射源外的一类放射性物品（例如新燃料、乏燃料、六氟化铀等）和特殊安排的运输应基于实际运输路线开展安全分析，并编制报告。密封放射源的运输应基于所使用的运输容器类型，并选取代表性路线进行包络分析，并编制报告。

### 4.2 编制依据

列出编制《报告书》所依据的国家和地方发布的有关法规、标准和文件。

### 4.3 编制团队

《报告书》给出编制团队中编制人员的基本信息，包括姓名、年龄、职务和职称、专业、从业经历、工作年限等。编制团队应当具备开展核与辐射安全分析所需要的知识和经验，不同放射性物品运输活动核与辐射安全分析所需要的知识和经验差别很大，具体团队人员选择应当基于实际需要，但是一般应至少包括辐射防护、力学、交通运输等相关专业人员的。

### 4.4 评价范围

放射性物品的运输活动包括货包在运输工具上的装载、卸载（包括换装）以及运输过程（包括中途暂存）。对于特殊安排下的放射性物品运输活动，还应包括内容物的装、卸过程。

### 4.5 评价标准

应给出工作人员、主要公众在正常运输条件下的剂量约束值和事故条件下的剂量控制值。

### 4.6 职责和分工

明确托运人、承运人、中转方（如涉及不同运输模式的换装）、接收人等各方承担的运输活动分工及安全责任。

放射性物品运输核与辐射安全由托运人负责，并通过合同明确其它相关方责任。

### 4.7 特殊安排的运输

申请特殊安排的原因，以及合理性说明。

## 5 货包

### 5.1 概述

描述货包的组成，包括运输容器和内容物。给出货包外表面最大辐射水平、货包外表面放射性污染水平、货包类型、运输指数、货包分级和临界安全指数（易裂变材料）。

### 5.2 内容物特性

给出内容物的放射性核素，结构特性，物理特性，化学特性，是否为特殊形式，并说明其主要危害，如辐射危害、非辐射危害（化学毒性、自燃性、腐蚀性等）。

### 5.3 运输容器

#### 5.3.1 运输容器信息

给出运输容器的设计批准号或使用批准号和制造编码，以及容器结构示意图。

#### 5.3.2 运输容器安全状况

明确运输容器现有状况是否安全可用。

描述运输容器5年（上一个批复期）内使用、维修维护、定期安全性能评价情况以及发现的问题和处理情况。

描述运输容器未来5年（一个批复期）的维修维护及定期安全性能评价计划。

## 6 运输方案

## 6.1 运输方式及承运人

说明本项目的运输方式。

说明本项目选择承运人的基本原则和主要考虑因素。

对于道路运输承运人资质应满足中华人民共和国交通运输部颁发的《放射性物品道路运输管理规定》。

对于铁路、水路和航空承运人资质应满足铁路、交通运输、民航等主管部门的相关规定。

## 6.2 运输量

给出待运放射性物品的运输量。运输量至少应包括单次运输活动的最大放射性活度值、货包数量、富集度、易裂变材料质量、单次运输量、运输次数、年最大运输量等基本信息。

## 6.3 运输工具及货包装载栓系

### 6.3.1 运输工具基本性能参数

针对选定的运输方式，根据待运货包的特性选择相匹配的运输工具。选定的运输工具应符合国家法规规定。

对于道路运输，给出选用的参考运输工具的基本参数。给出的基本参数应包括货包栓系系统安全性分析所用参数。

### 6.3.2 栓系

说明货包在运输工具上的栓系和装载方案，给出货包装载布置的示意图（车、船），并对栓系装置的安全性进行分析评价，具体案例可参考附录A，不同运输方式下栓系系统设计所用的加速度因子见下表中所示。

运输方式	加速度因子		
	纵向	横向	垂直方向
公路运输	2g	1g	2g（向上），3g（向下）
铁路运输	5g	2g	2g（向上），2g（向下）
海运或水运	2g	2g	2g（向上），2g（向下）
空运	1.5g（向前9g）	1.5g	2g（向上），6g（向下）

### 6.3.3 运输指数和临界安全指数

给出单个运输工具上临界安全指数以及运输指数的总和。

## 6.4 运输路线

基于实际运输路线开展安全分析的，应提供具体运输线路，所选线路应包括主选线路和备选线路。对于密封放射源的运输可选取代表性路线进行包络分析，代表性路线应考虑线路的长度、年度运输次数等方面的因素。道路选择还应避开人口密集区、高山、水源地等，并充分考虑桥梁、道路维修造成临时性路线变更。

### 6.4.1 运输线路图



概述运输路线，给出运输线路图和总路线长度。图中应标明运输的起点、中转、终点、运输线路上的主要城镇和人口密集区。水运应标明所经过的水域和停靠的码头。空运应标明起点、终点和转运的飞机场等。

#### 6.4.2 运输线路的基本特征

概述运输线路的基本特征，给出运输线路的主要参数。对于陆地运输，如桥梁、隧道、服务区、道路等级、收费站等；对于水上运输，如航线、水域和码头等；对于空中运输，如航线、起抵站和中转站等。

涉及多种运输方式联运的，应说明中转换装站的基本情况、能力。

#### 6.4.3 备用路线和超限运输

必要时，对备用路线和超限运输进行分析和说明。

#### 6.5 行程安排

对新燃料、乏燃料、六氟化铀和特殊安排的运输，托运人应详细给出以下信息。对放射源的运输，可简要概述相关情况。

概述运输工具配置及编组情况。

给出各类运输人员的配置情况。

描述运输时的行程计划。给出运输途中计划停靠站的地名，具体地点和停靠时间。

概述各停靠站的概况，给出停靠站的位置图。

#### 6.6 装卸操作

概述装卸的操作规程及步骤，吊装使用的工具或机械及其参数。

概述货包装卸过程中的安全措施，特别要说明针对可能发生的事和突发事件所采取的预防和应对措施。

列表给出从事装卸工作的人数、离货包的距离、操作时间等。

#### 6.7 启运前的准备

说明对货包表面污染和辐射水平实施监测的情况。

描述对拟交运的放射性物品运输货包作标记、贴标志和挂牌的准备情况。

描述运输活动相关文件的准备情况，包括运输说明书、辐射监测报告、核与辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南。

#### 6.8 启运前检查

运输容器首次使用前，应进行详细检查，确保容器的包容、屏蔽、传热、核临界安全功能符合设计要求。

托运人应根据运输容器特点，制定每次启运前的检查程序，并根据此程序对货包进行启运前检查，检查内容应至少包含但不限于：

- a) 核实内容物的符合性；
- b) 检查运输容器的吊装设备；
- c) 核实货包温度和压力达到平衡状态；
- d) 检查货包在运输工具上的装载、栓系和积载隔离与安分报告的满足情况；
- e) 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开孔和阀门均已严加密封、关闭；

f) 检查6.7节启运前的准备符合情况。

## 6.9 中途暂存

描述货包、外包装和货物集装箱中途暂存期间与有人员逗留的场所隔离和其他危险货包隔离的情况。描述托运货物的堆放情况。描述装有易裂变材料的货包、集合包装、货物集装箱以及运输工具中途暂存时的隔离要求的满足情况。

## 6.10 货包接收

详细描述接收人对货包接收条件的满足情况。

## 6.11 安全保卫措施

概述放射性物品运输活动的安全保卫措施。明确承担和实施放射性物品运输实物保护的相关方，以及运输活动的实物保护等级。

描述卫星定位系统对放射性物品运输工具在运输过程中的在线监控措施。

## 6.12 特殊安排运输的补充措施

详细说明为了弥补货包不能满足可适用要求而采取的特殊预防措施，这些措施应能使运输的总体安全水平不低于正常运输的安全水平，具体措施可能包括：

a) 对特殊包装措施的说明；

b) 专业人员护送。专业人员通常为辐射防护人员，并配备辐射测量装置以及必要的应急装置，熟悉应急程序。护送人员乘坐车辆与放射性物品运输车辆分开，必要时辅以公安、消防人员护送；

c) 选择潜在危害小的线路，避开人口密集区域以及可能的危险路段等；

d) 限定运输时间，避开交通高峰时段；

e) 直达运输，途中不停留，不转运；

f) 在不增加其它危害的前提下，应严格控制耐撞性较差货包的车速；

g) 事先通知公安和消防等公共安全部门；

h) 作为补充安全措施，可以考虑增加辅助保护装置，如冲击能量吸收系统等。

## 6.13 与其他货物一起运输

描述放射性物品与一起运输其他货物之间的可能相互影响，并说明针对这些可能影响所采取的措施。

# 7 辐射防护

## 7.1 组织机构及其职责

托运人应建立放射性物品运输活动辐射防护体系，确定辐射防护组织机构，配备辐射防护专业人员，明确各方职责及分工。托运人编制本报告时应逐一对上述内容进行描述和说明。

## 7.2 剂量约束值

结合待运内容物的辐射照射的大小和受照可能性等特点，根据放射性物品运输活动的辐射影响评价情况，借鉴以往同类型放射性物品运输活动的个人剂量监测数据，依据辐射防护最优化原则，给出优化后运输工作人员和公众的剂量约束值。

### 7.3 辐射防护措施

托运人应制定包括货包的装载、运输、中途临时停靠、中转换装（如涉及）和卸载等一系列操作工序的辐射防护措施。

如果特殊安排，还应包括待运内容物装入和卸出运输容器的辐射防护措施。

#### 7.3.1 对工作人员的辐射防护措施

##### （1）控制受照时间

描述所采取的受照时间控制措施，如对装卸、换装及中转作业等操作制定操作计划并开展岗前培训，加强操作过程中的监督等措施。

给出各类运输人员的受照时间。

##### （2）距离隔离

描述所采取的距离隔离措施。

说明中途停留时采取的隔离措施，以及控制人员接近的方法。

##### （3）屏蔽

描述所采取的屏蔽防护措施，如增加外包装、运输车厢与驾驶室之间增加屏蔽装置等。

#### 7.3.2 对公众的辐射防护措施

描述对正常运输过程中可能受到较为明显照射的公众（加油站工作人员、高速收费站工作人员等）的辐射防护措施。描述途中临时停靠对公众的辐射防护措施。描述交通拥堵或极端天气造成的货包滞留等异常事件下对周围公众的辐射防护措施。

### 7.4 辐射防护用品及器具的配备

描述个人辐射防护用品、应急辐射防护用品及器具的配备情况。

### 7.5 辐射影响分析和辐射防护最优化

#### 7.5.1 辐射影响分析

对于正常运输条件下的辐射影响分析，应根据剂量约束值，选用保守模型参数计算货包与工作人员和主要公众（停靠站周围公众、收费站和加油站人员）的隔离距离，隔离距离的计算参考附录B。针对特定工作人员（特指需在固定位置工作的工作人员，如装卸操作人员、运输工具检修人员、机组人员等），应给出剂量估算模式和参数，估算所受职业照射剂量。

#### 7.5.2 防护最优化

根据辐射影响分析结果，说明基于合理可行尽量低（ALARA）原则对运输方案所采取的优化措施，如减少与货包的接触时间，增加隔离距离，加强屏蔽措施等，以实现辐射防护最优化。

### 7.6 辐射监测

#### 7.6.1 辐射监测计划和要求

托运人应当在放射性物品运输启运前制定表面污染和辐射水平监测计划。

必要时，运输过程的辐射监测计划要对整个运输过程的辐射监测地点、监测时间和监测人员等做出安排，并说明运输过程中剂量监测方案的内容，包括监测项目和监测记录等。

#### 7.6.2 辐射监测设备和仪器配备

根据辐射监测的具体内容，选择与辐射类型、能量及辐射水平相匹配的测量仪表。

描述本项目配备的检查设备及仪器，给出测量仪表主要性能指标。明确选用的仪器、仪表和测量方法应符合国家有关标准的规定，由有资质的计量部门进行校准并确保在校准有效期内使用。

明确监测仪器在使用时处于良好状态，并在每次使用前后进行检查。

### 7.6.3 辐射监测人员资质

辐射监测人员应经过相关培训，考核合格。

### 7.6.4 数据记录

描述确保辐射监测报告数据记录和结论准确、完整的措施。

### 7.7 个人剂量管理

描述对从事放射性物品运输的工作人员的个人剂量监测计划，描述对从事放射性物品运输的工作人员的个人剂量档案和职业健康监护档案的管理情况，必要时随车佩戴监测仪器。

### 7.8 培训

描述对直接从事放射性物品运输工作人员（包括托运人和承运人）的培训情况，包括培训计划、培训内容、考核和纪录等方面。培训内容应包括但不限于以下方面：

a) 对放射性物品运输相关法规、标准的培训；

b) 辐射防护培训；

c) 放射性物品运输基本知识培训，包括放射性物品类别的介绍，作标记、贴标签、挂标牌、包装和隔离的相关要求，放射性物品运输文件的目的是内容的介绍，以及现有的应急响应文件的介绍。

d) 具体的岗位培训。与岗位相关的放射性物品运输具体要求的详细培训。

e) 安全培训，应包括：

1) 避免事故发生的方法和程序，例如货包操作设备的正确使用和放射性物品的恰当贮存方法；

2) 现有的应急响应信息以及如何使用这些信息；

3) 各种放射性物品的危害和如何防止受到这些危害，必要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，包括相关的应急响应程序和要遵守的人员防护程序。

## 8 事故应急准备

针对所运输放射性物品的潜在危害和货包类型的特点，结合运输方式及运输线路状况，分析可能发生的事故和突发事件，并对事故后果进行分析，概述发生事故后应采取的应急措施和处理方案。

乏燃料运输应制定应急预案，并编制应急卡片随车携带。应急预案要有完整的应急体系，包括应急组织与职责，应急设备，应急类型，应急响应与支援，应急状态的终止与恢复，应急能力的保持，记录与文档保存等方面，并说明在运输实施过程中应急响应办公室要安排值班人员24小时值守。

其他放射性物品运输应制定应急预案，包括应急组织、应急设施和应急设备以及应急能力，并编制应急卡片随车携带。

应急卡片按照附录C的要求编制。应急卡片应至少包括：内容物、运输容器、联合国编号和发运名称、运输量、主要危险、公众安全、应急响应和应急联系方式等内容。

描述针对放射性物品运输活动开展的应急培训情况。

描述应急演习计划及应急演习开展情况。

## 9 结论和承诺

### 9.1 评价结论

根据放射性物品特性、运输容器的性能和货包的装运特点、运输方案的可行性对运输活动的安全分析给出分析评价结论。

给出核与辐射安全影响评价的结论性意见。

对制定的辐射防护措施、应急响应措施进行针对性和有效性说明。

### 9.2 承诺

根据评价，指出存在的主要问题，提出拟采取的相应措施。

## 附录 A

(资料性)

### 栓系装置强度分析示例

可用于将货包栓系在运输工具内部或运输工具上的方法很多，本附录给出了两个示例：

- a) 使用栓系组件和楔子，例如钢丝绳；
- b) 螺栓，将货包底盘和法兰栓系在运输工具上。

示例在分析时，忽略了货包和运输工具平台之间的摩擦力，以提高安全裕量。

栓系强度分析应定量给出栓系系统传递给货包和运输工具的负荷（通过反作用力）。应对下面几个值进行量化：

- a) 确定货包栓系耳轴的最大载荷；
- b) 确保在一定加速度范围内对栓系系统作出适当规定并使货包保持在适当的位置；
- c) 确定运输工具锚固点的载荷；
- d) 证实货包能够保持完整性；
- e) 允许在操作说明书中（对承运人）作出适当说明；
- f) 明确栓系系统涉及部件的验收准则。

为了表示所涉及的安全水平，以及简单静态地确定栓系系统，下文给出了两个示例及其简化的假设。

#### A.1 使用楔子的栓系系统

考虑一个刚性货包通过四个对称布置的栓系组件进行栓系的情况。对简化方法的要求是计算栓系力的最大载荷，从而通过反作用力计算作用在货包栓系耳轴和运输工具上的作用力。该方法只适用于静态地确定栓系系统，且在导出作用力的最大载荷时，对栓系系统的行为只作出单纯重复的假设。

图1-1描述了一个质量为 $M$ 的正方体货包，质心位于点 $(X/2, Y/2, Z/2)$ 处，各个组件的角 $\phi$ 都位于栓系组件（绳索）的垂直面上且相等。同样，位于水平面上的角 $\alpha$ 也相等。货包由绳索1、2、3和4对称地栓系住。绳索的张力分别为 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ 。货包加速度为 $a_x$ 、 $a_y$ 和 $a_z$ 。

具有加速度的 $a_x$ 、 $a_y$ 和 $a_z$ 的货包所受的分作用力为 $F_x$ 、 $F_y$ 和 $F_z$ （最大值分别为 $Ma_x$ 、 $Ma_y$ 和 $Ma_z$ ），作用在质心的重力为 $Fg$ （值为 $Mg$ ）。对于这个例子，假定在这些力起作用前的一刻，所有绳索的预紧力（ $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ ）趋于0，即绳索刚好“束紧”。

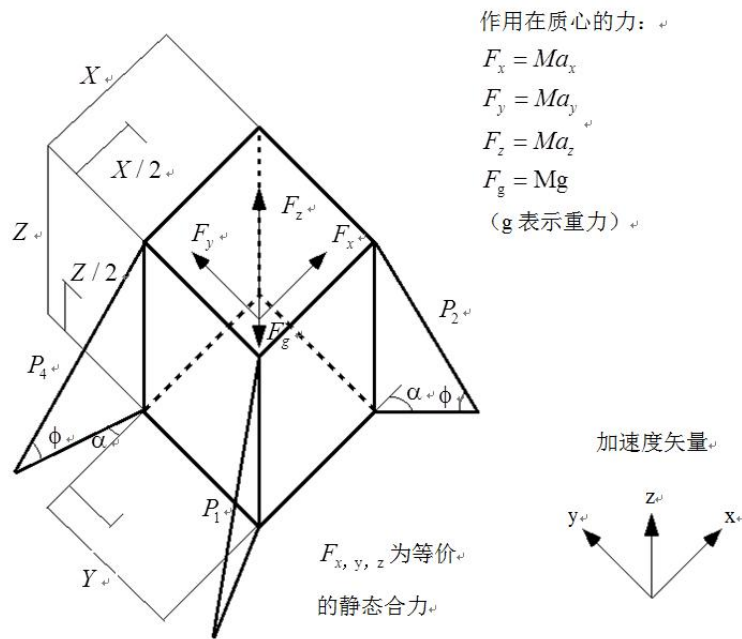


图1-1 采用楔子的栓系系统图解说明

考虑  $F_x$  单独作用的情况：只有绳索  $P_1$  和  $P_4$  通过拉伸张力承受这种作用力，因为  $P_2$  和  $P_3$  在压缩过程中不起作用。对于作用力  $F_y$  单独起作用的情况同上，只有  $P_1$  和  $P_2$  通过拉伸张力承受这种作用力。

考虑  $F_x$  和  $F_z$  同时起作用的情况：刚性货包在其底部边缘处趋于倾斜，绳索  $P_1$  和  $P_4$  通过张力阻止这种趋势。也可考虑  $F_y$  和  $F_z$  的共同作用：束缚组件  $P_1$  和  $P_2$  通过张力阻止这种趋势。该实例的对称性假设使上述每对拉伸绳索承担相同的载荷。

为了计算绳索张力的最大载荷时，应考虑到  $F_x$  和  $F_z$  的共同作用，考虑底部边缘翻转瞬间的情况，可得下式：

$$F_x(Z/2) + F_z(X/2) = F_g(X/2) + 2ZP_{1x}(\cos\phi\cos\alpha) + 2XP_{1x}\sin\phi$$

因为  $Z=X$ ， $F_x = Ma_x$ ， $F_z = Ma_z$  且  $Fg = Mg$ ， $P_{1x}$  由下式确定：

$$P_{1x} = [M(a_x + a_z - g)] / [4(\cos\phi\cos\alpha + \sin\phi)]$$

同样，在作用力  $F_y$  和  $F_z$  的共同作用的情况下， $P_{1y}$  可由下式获得：

$$P_{1y} = [M(a_y + a_z - g)] / [4(\cos\phi\cos\alpha + \sin\phi)]$$

假设  $P_1 = P_{1x} + P_{1y}$  和  $a_x = 2g$ ， $a_y = 1g$ ， $a_z = 2g$ ， $\alpha = \phi = 45^\circ$ ，可计算公路运输的最大栓系载荷，在此：

$$P_1 = 0.621Mg + 0.414Mg = 1.035Mg$$

将上述  $P_{1x}$  和  $P_{1y}$  合并是相当保守的处理方法，因为在  $P_{1x}$  和  $P_{1y}$  的推导过程中使用  $(a_z - g)$  求解系统的力矩平衡方程。

通常货包的几何形状，或所用加速度因子在水平方向上的不对称性，将决定货包在哪个方向上趋于翻转。

计算楔子最大载荷时，如果货包底部和运输工具平台间的摩擦力可忽略不计，作用在楔子上的水平作用力的计算值将是楔子的最大载荷。

为了求得对楔子的水平作用力的最大值，可研究每个方向上的情况，通过假定水平面上只有一个加速度。考虑到当  $F_z = Fg$  时  $F_x$  起作用，可通过绳索1和4以及对面的楔子限制货包的滑动。根据滑动和斜对称性  $P_{1x} = P_{4x}$ ，可得水平方程如下：

$$F_x = 2P_{1x}(\cos\phi\cos\alpha) + F_{cx}$$

式中： $F_{cx}$ —作用在楔子上的作用力。它的值为  $(Ma_x$  取代  $F_x)$ ：

$$F_{cx} = Ma_x - 2P_{1x}(\cos\phi\cos\alpha)$$

但根据以上的公式

$$P_{1x} = [M(a_x + a_z - g)] / [4(\cos\phi\cos\alpha + \sin\phi)]$$

所以，当  $a_x = 2g$ ， $a_z = 2g$  时，不考虑摩擦力。当  $\alpha = \phi = 45^\circ$  时， $F_{cx}$  由下式给出：

$$F_{cx} = 1.586Mg$$

同样，当  $a_y = 1g$ ， $a_z = 1g$  且  $\alpha = \phi = 45^\circ$  时，对于楔子的作用力  $F_{cy}$  为：

$$F_{cy} = 0.793Mg$$

在推导作用在绳索和楔子上的最大载荷时可能要考虑加速度的不同组合方式，通过采用迭代获得最终结果。

## A.2 底盘法兰栓系在运输工具上的长方形货包

图1-2中说明了用底板法兰栓系在运输工具上的长方形货包一般布置。图1-3给出了受力分析图，图1-3中所使用的符号在表1-1中给出。对该类货包作如下假设：

- a) 沿着平行于主要作用力的侧面的螺栓不起作用，倾斜作用力只由一排螺栓承受；
- b) 法兰不发生形变。



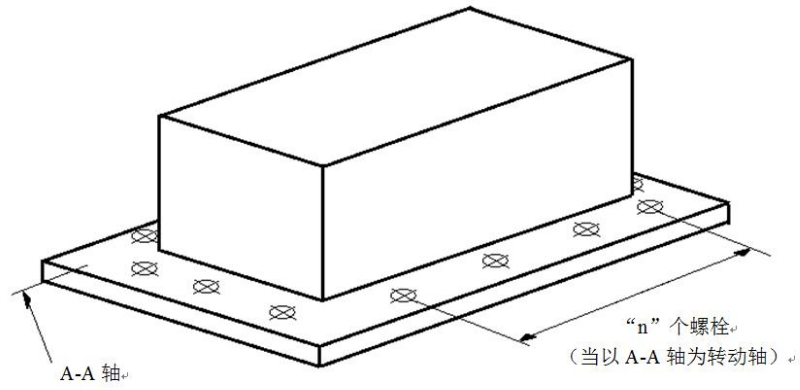


图1-2 一般的货包安装

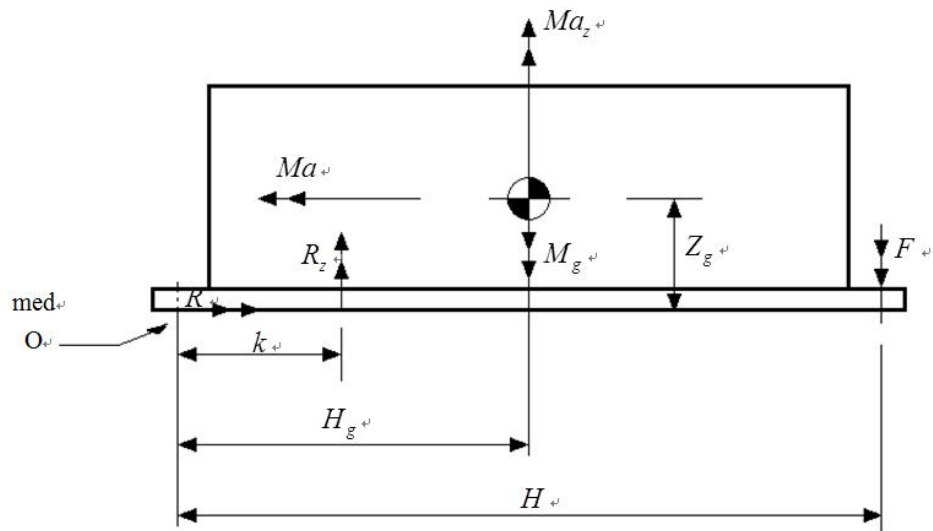


图1-3 受力分析图

表1-1 计算底板法兰固定在运输工具上的长方体货包时所用的符号

$a$	水平方向的加速度
$a_x$	水平方向沿纵轴x方向的加速度
$a_y$	水平方向沿横轴y方向的加速度
$g$	重力加速度常数
$F$	距原点0最远处的侧面的螺栓所受的总作用力
$H$	货包长度
$a_z$	沿垂线方向的加速度

$H_g$	轴线距质心的距离
$k$	轴线距 $R_z$ 作用点的距离
$M$	货包质量
$n$	沿距原点0最远的侧面的螺栓数目
$R$	水平反作用力
$R_z$	货包与运输工具之间的垂直反作用力
$T$	每个螺栓最大的张力负荷
$Z_g$	底面至质心的垂直距离

解析垂直方向的分力， $Ma_z + R_z = Mg + F$

解析水平方向的分力， $Ma = R$

由对0点的力矩，导出：

$$R_z k + Ma_z H_g + Ma Z_g = Mg H_g + FH$$

脱离状态下， $k$ 趋向于0，方程简化为：

$$Ma_z H_g + Ma Z_g = Mg H_g + FH$$

合并各项并重排公式得：

$$F = [M\{H_g(a_z - g) + Z_g a\}] / H_n$$

因此，沿距0点最远侧面的（枢轴边缘A-A）的每个螺栓的最大负荷为

$$T = F / n \text{ 或者 } T = [M\{H_g(a_z - g) + Z_g a\}] / H_n$$

作用在底板上的水平作用力为 $R$ ，当货包通过螺栓有效的楔住后，邻近螺栓承受的滑动力分别为 $Ma_x$ 和 $Ma_y$ 。设计承受作用力 $R$ 的螺栓必须为“剪切螺栓”。

## 附录 B

(资料性)

### 运输过程中货包与人员隔离距离计算

#### B.1 与经常在工作区的工作人员隔离

- a) 根据不同运输方式, 参照下表 A、表 B、表 C; 或
- b) 通过使用每年 5mSv 或托运人制定的优化剂量限值 (小于 5mSv), 选用保守模型参数计算隔离距离;
- c) 计算值应与表中的对应值比较, 选取保守的隔离距离。

#### B.2 在公众经常出现的地区, 与公共人员隔离

- a) 根据不同运输方式, 参照下表 A、表 B、表 C; 或
- b) 通过使用每年 1mSv 或托运人制定的优化剂量限值 (小于 1mSv) 选用保守模型参数计算隔离距离;
- c) 计算值应与表中的对应值比较, 选取保守的隔离距离。

表A 危险货物国际道路运输欧洲公约中人员与货包的隔离距离

运输指数 (不大于)	每年暴露时间 (h)			
	公众经常接近的区域		经常占用的工作区域	
	50	250	50	250
2	1	3	0.5	1
4	1.5	4	0.5	1.5
8	2.5	6	1.0	2.5
12	3	7.5	1.0	3
20	4	9.5	1.5	4
30	5	12	2	5
40	5.5	13.5	2.5	5.5
50	6.5	15.5	3	6.5

表B 国际海运危险货物规则中放射性物质与旅客和船员的隔离距离

运输指数总和	放射性物品与旅客和船员的隔离距离			
	杂货船 <sup>1</sup>		渡船等 <sup>2</sup>	近海补给船 <sup>3</sup>
	件杂货 (m)	集装箱 (TEUs) <sup>4</sup>		
10 及以内	6	1	积载与离生活区和经常有人占用的工作地点较远的船首或船尾	积载于船尾或平台中部
大于 10 但不大于 20	8	1	同上	同上

大于20但不大于50	13	2	同上	不适用
大于50但不大于100	18	3	同上	不适用
大于100但不大于200	26	4	同上	不适用
大于200但不大于400	36	6	同上	不适用

<sup>1</sup>最小长度为150m的杂货、件杂货或滚装集装箱船。

<sup>2</sup>最小长度为100m的渡船、海峡渡船、沿海航行或岛间航行船舶。

<sup>3</sup>最小长度为50m的近海补给船（在此情况下，实际装运的最大运输指数总和为20）。

<sup>4</sup>TEU指20英尺相等单位（相当于一只6m长度的标准集装箱）。

表C 铁路危险货物运输管理规则中工作人员与货包间的隔离距离

距包件外表面最小安全距离 (m)	照射时间	照射时间h (小时)					
		1	2	4	10	24	48
包装件的运输指数 (TI)							
0.2		0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
0.5		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	1.5
1.0		0.5	0.5	1.0	1.5	2.5	2.5
2.0		0.5	1.0	1.5	2.0	4.0	4.0
4.0		0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	5.0
8.0		1.0	2.0	2.5	4.0	7.0	7.0
10.0		1.5	2.5	3.0	5.0	8.0	8.0

### B.3 根据剂量限值计算隔离距离

a) 确定货包形状因子

$DR_p$  表面1米远处的剂量率，根据点源计算模型， $r$  处剂量率的表达式变成：

$$DR_g(r) = Q \cdot \frac{k_o \cdot DR_p}{r^2} \quad (1)$$

式中， $Q$ =单位换算因子

$k_o$  的使用继续允许把剂量率的值外推到货包中心，以得到一个点源实际的物型，货包有效尺寸 $d_e$ 被用于计算到货包中心的距离，因此有：

$$k_o = (1 + 0.5d_e)^2 \quad (2)$$

式中， $k_o$ =点源货包形状因子

$d_e$  = 货包有效尺寸

在这种方法中，把货包模拟成一个直径等于  $d_e$  的球体。 $d_e$  的值是通过从实际的货包尺寸中选择一个特征尺寸  $d_p$  来确定的。例如，对于圆柱形货包，其  $d_p$  通常等于圆柱体的长度。对于大型货包 ( $d_p > 4m$ )，使用  $d_p$  时要注意  $d_p$  过高估计了剂量率，因此估算时要修正  $d_e$ ， $d_e$  的表达式如下：

$$d_e = \begin{cases} d_p; d_p < 4m \\ 2 \cdot (1 + 0.5d_p)^{3/4} - 0.55; d_p \geq 4m \end{cases} \quad (3)$$

这样：

$$DR_g(r) = \frac{DR_p(1 + 0.5d_e)^2}{r^2}, \text{ 当 } r \geq 2d_e \text{ 时} \quad (4)$$

当照射距离小于货包有效尺寸（对大型货包）时，应该采用线源近似。在线源近似中，剂量率正比于  $\frac{1}{r}$ ，而不是  $\frac{1}{r^2}$ ，货包形状因子重新定义如下：

$$k_o' = 1 + 0.5d_e \quad (5)$$

因此，
$$DR_g(r) = \frac{DR_p(1 + 0.5d_e)}{r^2}, \text{ 当 } r < 2d_e \text{ 时}$$

式中， $k_o'$  = 线源货包形状因子

$d_e$  = 方程 (3) 中的货包有效尺寸

b) 个人单次所允许的最大剂量

$$D = D_v / PPY \quad (6)$$

$D$  为个人单次所允许的最大剂量，mSv

$D_v$  为所设定的剂量限值，mSv/a

$PPY$  为年运输次数， $a^{-1}$ ；

c) 隔离距离计算

将个人单次所允许的最大剂量代入式公式 (7) 或 (8) 推算出隔离距离  $S$ 。当计算点距货包表面距离  $r > 2d_e$  时按点源考虑（如驾驶员、押运人员、保卫人员、指挥人员、停靠站周围的公众等等），当计算点距货包表面距离  $r \leq 2d_e$  时按线源考虑（如装卸操作人员、辐射监测人员、检修人员、加油站人员、收费站人员等等）。

$$\text{点源计算模式: } D = (TI / 100) \cdot k_o \cdot T / (S + r)^2 \quad (7)$$

$$\text{线源计算模式: } D = (TI / 100) \cdot k_o' \cdot T / (S + r) \quad (8)$$

$D$  为个人单次所允许的最大剂量, mSv

$T$  为单次运输人员与货包接触的时间, h;

$TI$  为货包运输指数;

$S$  为人员与货包的隔离距离, m;

$r$  为货包半径, m;

示例:

假定某乏燃料货包运输, 货包为半径 1.25m、长 4.90m 的圆柱体, 运输指数 25, 运输时长 120 小时, 每个司机受照驾驶时间 60 小时, 停靠时长 50 小时 (单次最大停靠时间 8 小时), 单次运输 1 个货包, 年运输 3 次, 途中每次加油 20 分钟, 加油 3 次。运输活动的剂量限值为工作人员 5mSv/a, 公众 1mSv/a。估算驾驶人员, 停靠期间的保卫人员, 停靠区周围的公众, 加油站人员的剂量。

1) 计算货包有效尺寸  $d_e$

$$d_e = \begin{cases} d_p; d_p < 4m \\ 2 \cdot (1 + 0.5d_p)^{3/4} - 0.55; d_p \geq 4m \end{cases} \quad (1)$$

对于圆柱形货包, 其  $d_p$  通常等于圆柱体的长度, 将货包长度 4.9m 代入公式①, 得出

$$d_e = 4.5m$$

2) 计算货包形状因子

线源货包形状因子  $k_o'$

$$k_o' = 1 + 0.5d_e \quad (2)$$

将  $d_e = 4.5m$  代入公式②, 得  $k_o' = 3.25$

点源货包形状因子

$$k_o = (1 + 0.5d_e)^2 \quad (3)$$

将  $d_e = 4.5m$  代入公式③, 得  $k_o = 10.56$

3) 计算驾驶人员的最小隔离距离

$$\text{驾驶员所允许的单车最大剂量 } D = D_v / PPY \quad (4)$$

驾驶员年照射次数  $PPY$  为 3 次, 年剂量限值  $D_v = 5mSv$  代入公式④, 驾驶员单次所受最大剂量  $D = 1.7mSv$

$$D = (TI / 100) \cdot k_o \cdot T / (S + r)^2 \quad (5)$$

驾驶员单次所受最大剂量  $D=1.7\text{mSv}$ ，点源货包形状因子  $k_o=10.56$ ，单次照射时间 60h，货包半径  $r=1.25\text{m}$ ，货包运输指数  $TI=25$  代入公式⑤，得最小隔离距离  $S=8.42\text{m}$ 。

驾驶员在无屏蔽的条件下，与货包的最小隔离距离为 8.42m。

4) 计算停运期间安保人员的最小隔离距离

$$\text{安保人员所允许的} \text{单次最大剂量} D = D_v / PPY \quad \text{④}$$

安保人员年照射次数  $PPY$  为 3 次，年剂量限值  $D_v=5\text{mSv}$  代入公式④，安保人员单次所受最大剂量  $D=1.7\text{mSv}$ 。

$$D = (TI / 100) \cdot k_o \cdot T / (S + r)^2 \quad \text{⑤}$$

安保人员单次所受最大剂量  $DR_g(r)=1.7\text{mSv}$ ，点源货包形状因子  $k_o=10.56$ ，单次照射时间 50h，货包半径  $r=1.25\text{m}$ ，货包运输指数  $TI=25$  代入公式⑤，得最小隔离距离  $S=7.55\text{m}$ 。

安保在无屏蔽的条件下，与货包的最小隔离距离为 7.55m。

5) 计算停运区周围公众的最小隔离距离

$$\text{停运区周围公众所允许的} \text{单次最大剂量} D = D_v / PPY \quad \text{④}$$

停运区周围公众年照射次数  $PPY$  为 3 次，年剂量限值  $D_v=1\text{mSv}$  代入公式④，停运区周围公众单次所受最大剂量  $D=0.33\text{mSv}$ 。

$$D = (TI / 100) \cdot k_o \cdot T / (S + r)^2 \quad \text{⑤}$$

停运区周围公众单次所受最大剂量  $D=0.33\text{mSv}$ ，点源货包形状因子  $k_o=10.56$ ，单次照射时间 8h，货包半径  $r=1.25\text{m}$ ，货包运输指数  $TI=25$  代入公式⑤，得最小隔离距离  $S=6.75\text{m}$ 。

停运区周围公众在无屏蔽的条件下，与货包的最小隔离距离为 6.75m。

6) 计算加油站人员的最小隔离距离

$$\text{加油站人员所允许的} \text{单次最大剂量} D = D_v / PPY \quad \text{④}$$

加油站人员年照射次数  $PPY$  为 3 次，年剂量限值  $D_v=1\text{mSv}$  代入公式④，停运区周围公众单次所受最大剂量  $DR_g(r)=0.33\text{mSv}$ 。

加油站人员加油操作过程中距离货包较近，采用线源评估模式，即公式⑥

$$D = (TI / 100) \cdot k_o' \cdot T / (S + r) \quad \text{⑥}$$

加油站人员单次所受最大剂量  $D=0.33\text{mSv}$ ，点源货包形状因子  $k_o=10.56$ ，照射时间  $1\text{h}$ ，货包半径  $r=1.25\text{m}$ ，货包运输指数  $TI=25$  代入公式⑥，得最小隔离距离  $S=1.2\text{m}$ 。加油站人员在无屏蔽的条件下，与货包的最小隔离距离为  $1.2\text{m}$ 。



## 附录 C

(规范性)

### 放射性物品运输事故应急响应指南

本附录给出了《核与辐射事故应急响应指南》(以下简称《指南》)的主要内容及基本要求,用于指导放射性物品运输的托运人编制《核与辐射事故应急响应指南》,《指南》是用来指导第一响应者(可以是承运人,也可以是承运人和押运人)处理放射性物品运输事故的文件。

表1给出了运输编号(联合国编号)、运输专用名称和应急响应指南编号的对应关系;表2—表7分别针对不同应急响应指南编号,给出了编制《指南》的主要内容要求。《指南》应该包括:潜在危险、公众安全和应急响应等几方面内容。

《指南》的编制,首先应根据所运输的放射性物品按照表1所列的对应关系确定运输编号(联合国编号)和指南编号。进而再按照指南编号从表2—表7中找出所对应的应急响应指南编制要求,然后,按照该应急响应指南的要求开展编制工作。

《指南》的编制,要求应具有独立性和完整性,并要求文字精炼、图示清晰、重点突出。

表1 放射性物品应急响应指南对应关系

运输编号 (联合国编号)	运输专用名称/说明	指南编号
2910	放射性物品例外货包—有限量的放射性物品	161
2911	放射性物品例外货包—含有放射性物质的仪器或制品	161
2909	放射性物品例外货包—天然铀或贫化铀或天然钍的制品	161
2908	放射性物品例外货包—运输放射性物品的空包装	161
2912	I类低比活度放射性物品(LSA-I),非易裂变的或例外易裂变的	162
3321	II类低比活度放射性物品(LSA-II),非易裂变的或例外易裂变的	162
3322	III类低比活度放射性物品(LSA-III),非易裂变的或例外易裂变的	162
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	162
2915	放射性物品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	163

2916	放射性物品B(U)型货包,非易裂变的或例外易裂变的	163
2917	放射性物品B(M)型货包,非易裂变的或例外易裂变的	163
3323	放射性物品C型货包,非易裂变的或例外易裂变的	163
2919	特殊安排下运输的放射性物品,非易裂变的或例外易裂变的	163
3332	放射性物品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	164
3324	II类低比活度放射性物品(LSA-II),易裂变的	165
3325	III类低比活度放射性物品(LSA-III),易裂变的	165
3326	放射性表面污染物体(SCO-I或SCO-II),易裂变的	165
3327	放射性物品A型货包,易裂变的,非特殊形式的	165
3333	放射性物品A型货包,特殊形式的,易裂变的	165
3328	放射性物品B(U)型货包,易裂变的	165
3329	放射性物品B(M)型货包,易裂变的	165
3330	放射性物品C型货包,易裂变的	165
3331	特殊安排下运输的放射性物品,易裂变的	165
2977	放射性物质六氟化铀,易裂变的	166
2978	放射性物质六氟化铀,非易裂变的或例外易裂变的	166

表2 应急响应指南161, 放射性物品(低辐射水平)

潜在危险
<p>健康</p> <p>在发生运输事故时,对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最低限度放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危险增加而增加。</p> <p>低水平的放射性物品和货包外放射性水平低对人员的风险小。破损的货包可能导致放射性物品的释放,</p>

但是所引起的风险预期比较低。一些放射性物品可能用一般的仪器探测不到。

货包没有放射性 I、II、或 III 级的标志。一些可能只有“空”标志或者仅仅在货包上有“放射性”标志。

#### 火灾或爆炸

部分物品可能会燃烧，但是大多数不易点燃。许多在货包外有硬纸板包装，内容物（大或小）可以有不同的物理形态。放射性不会改变物品的易燃性或者其他特性。

#### 公众安全

发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。

救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级高。

托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。

立即隔离溢出或泄漏区域各个方向至少25-50米。

呆在上风方向。

禁止未经授权人员进入。

隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。不要马上去污和清洗，直到收到核安全监管部门的指令。

#### 防护服

自给正压式空气呼吸器（SCBA）和消防队员防护服可以提供适当的防护。

#### 隔离区

##### (1) 大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

##### (2) 火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

#### 应急响应

#### 火灾

放射性物品的存在不会影响火灾控制过程，不会影响技术方案的选择。

如果将容器移走没有风险的话，则把容器从火区移开。

不要移动破损货包；把未损坏的货包从火灾区域移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>、喷水或者常规的泡沫。

#### 大型火灾

喷水、烟雾（足够淹没量）

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或溢出的物品。

用沙、土或非可燃吸收材料覆盖溢出的液体。

用塑料布或油布覆盖溢出的粉末，以使污染扩散最小化。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施以保护自己和防止污染扩散。

表3应急响应指南162，放射性物品（低至中辐射水平）

#### 潜在危险

#### 健康

在发生运输事故时，对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最小放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危險增加而增加。

未破损的货包是安全的。如果货包破损内容物释放，可能导致高的外照射或者同时造成外照射和内照射。

放射性物品位于容器内，辐射危害是很低的。如果放射性物品从货包或者集装箱内释放出来，那么危险度可能从低到中不等。危险水平取决于放射性物质的类型、数量以及内部或/和附在表面的材料的种类。

一些放射性物品可能在中等严重的事故期间会从货包中释放出来，但是对人员的风险并不大。

如果货包失效，释放的放射性物品或者污染物体通常是看得见的。

一些专用的大型和封装的放射性物品装运可能没有“放射性”标志。

标牌、标记和运输文件提供识别标记。

一些货包可能有“放射性”标志，而且还有第二个危险标志。第二危险通常大于辐射危害；所以遵循第二风险的指南就像遵循本响应指南一样。

一些放射性物品可能用通常所用的仪器不能探测到。

控制运输品火灾的流出物可能造成低水平的污染。

#### 火灾或爆炸

部分物品可能会燃烧，但是大多数不易点燃。

#### 公众安全

发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。

救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级别高。

托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。

立即隔离溢出或泄漏区域各个方向至少25-50米。

呆在上风方向。

禁止未经授权人员进入。

隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。不要马上去污和清洗，直到收到核安全监管部门的指令。

#### 防护服

自给正压式空气呼吸器（SCBA）和消防队员防护服可以提供适当的防护。

#### 隔离区

##### （1）大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

##### （2）火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

#### 应急响应

#### 火灾

放射性物品的存在不会影响火灾控制过程，不会影响技术方案的选择。

如果将容器移走没有风险的话，则把容器从火区移开。

不要移动破损货包；把未损坏的货包从火灾区域移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>、喷水或者常规的泡沫。

#### 大型火灾

喷水、烟雾（足够淹没的量）。

筑消防水堤以方便之后的处理。

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或溢出的物品。

用沙、土或非可燃吸收材料覆盖溢出的液体。

筑堤来收集大量的液体喷洒。

用塑料布或油布覆盖粉末溢出，以使污染扩散最小化。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施以保护自己和防止污染扩散。

表4. 应急响应指南163，放射性物品（低至高辐射水平）

#### 潜在危险

##### 健康

在发生运输事故时，对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最小放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危险增加而增加。

未破损货包是安全的。破损货包的内容物在释放的情况下可能导致高的外照射或者同时造成外照射和内照射。

A型货包（纸板箱，盒子，圆桶，物品，等等）通过在货包或运输文件上标记“A型”来识别，容纳的量不会危害生命。在中等严重的事故条件下，A型货包可能会部分泄漏。

B型货包，以及很少有的C型货包，（大的或小的，通常是金属的）含有最危险的量。这些货包可以通过在货包标记或者运输文件加以识别。只有当内容物泄漏或者货包屏蔽失效才可能存在威胁生命的情形。由于货包经过严格的设计、评价和试验验证过程，使得只有在最极端事故条件下上述情况才有可能发生。

“特殊安排”货运，可能属于A型，B型或者C型货包。货包类型需要在货包上进行标记，详细资料列在运输文件上。

放射性I级（白）的标志表明单个的、被隔离的、未破损的货包的放射性水平很低（低于0.005mSv/h）。

放射性Ⅱ级（黄）和Ⅲ级（黄）标志的货包放射性水平较高。标志上的运输指数（TI）确定以距离单个的、被隔离的、未破损货包1m处的mSv/h为单位的最大放射性水平。

一些放射性物品不能被通常所用的仪器检测出来。

用以控制火灾的水可能造成污染。

#### 火灾或爆炸

部分的这些物品可能会燃烧，但是大多数不易点燃。

放射性不会改变材料的易燃性或者其他特性。

B型货包经过设计和评价可以经受温度为800℃火焰中持续30分钟的耐热试验的考验。

#### 公众安全

发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。

救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级别高。

托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。

立即隔离溢出或者泄漏区域各个方向至少25-50米。

呆在上风方向。

禁止未经授权人员进入。

隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。不要马上去污和清洗，直到收到核安全监管部门的指令。

#### 防护服

自给正压式空气呼吸器（SCBA）和消防队员防护服可以提供适当的内照射防护，但不能提供外照射防护。

#### 隔离区

##### (1) 大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

##### (2) 火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

#### 应急响应

#### 火灾

放射性物品的存在不会影响火灾控制过程，不会影响技术方案的选择。

如果将容器移走没有风险的话，则把容器从火区移开。

不要移动破损货包；把未损坏的货包从火灾区域移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>、喷水或者常规的泡沫。

#### 大型火灾

喷水、烟雾（足够淹没的量）。

筑消防水堤以方便之后的处理。

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或者溢出的材料。

未破损或者轻微破损的货包潮湿的表面不是货包失效的标志。大部分内装液体的货包有内置容器和/或者吸收材料。

用沙、土或者非可燃吸收材料覆盖溢出的液体。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施以保护自己和防止污染扩散。

表5. 应急响应指南164，放射性物品（特殊形式/低至高水平外部辐射）

#### 潜在危险

##### 健康

在发生运输事故时，对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最小放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危险增加而增加。

未破损货包是安全的；破损货包的内容物可能导致外照射，在内容物裸露的条件下会造成更高的外照射。

预期不会产生沾污和内照射风险，但是有这种可能性。

A型货包（纸板箱、盒子、鼓形桶、物品等等）通过在货包或者货运文件上标记“A型”来识别，容纳的量不会危害生命。如果“A型”货包在中等严重事故条件下破损，放射源可能会释放。

B型货包以及很少有的C型货包（大的或小的，通常是金属的）装有最危险的量。这些货包可以通过在



货包标记或者运输文件来识别。如果内容物裸露或者货包屏蔽失效可能存在威胁生命的情形。由于货包经过严格的设计、评价和试验验证过程，使得只有在最极端事故条件下上述情况才有可能发生。

放射性 I 级（白）的标志表明单个的、被隔离的、未破损的货包的放射性水平很低（低于0.005mSv/h）。

放射性 II 级（黄）和 III 级（黄）的标志的货包放射性水平较高。标志上的运输指数（TI）确定以距离单个的、被隔离的、未破损货包1m处的mSv/h为单位的最大放射性水平。

通常置于容器内的内容物放射性，可以被大多数辐射仪表所检测出来。

用以控制火灾的水预计不会造成污染。

#### 火灾或爆炸

部分物品可能会燃烧，但是大多数不易点燃。

放射性不会改变材料的易燃性或者其他特性。

放射源包壳和B型货包B型货包经过设计和评价可以经受温度为800℃火焰的耐热考验。

#### 公众安全

发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。

救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级别高。

托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。

立即隔离溢出或者泄漏区域各个方向至少25-50米。

呆在上风方向。

禁止未授权人员进入。

隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。在收到核安全监管部门的建议以前，不要马上去污和清洗。

#### 防护服

自给正压式空气呼吸器（SCBA）和消防队员防护服可以提供适当的内照射防护，当不能提供外照射防护。

#### 隔离区

##### （1）大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

##### （2）火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

#### 应急响应

#### 火灾

放射性物品的存在不会影响火灾控制过程，不会影响技术方案的选择。

如果将容器移走没有风险的话，则把容器火区移开。

不要移动破损货包；把未损坏的货包从火灾区域移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>、喷水或者常规的泡沫。

#### 大型火灾

喷水、烟雾（足够淹没的量）。

筑消防水堤以方便之后的处理。

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或者溢出的材料。

未破损或者轻微破损的货包潮湿的表面不是货包失效的标志。内容物通常不是液体的而是金属盒，如果从货包中泄漏出来很容易看出来。

如果内容物确认在货包外，那么不要触摸。远离并等候核安全监管部门的建议。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施以保护自己和防止污染扩散。

表6. 应急响应指南165，放射性物品（易裂变/低至高辐射水平）

#### 潜在危险

##### 健康

在发生运输事故时，对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最小放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危险增加而增加。

未破损货包是安全的；破损货包的内容物可能导致高的外照射，如果内容物释放出来既有外照射又有内照射。

AF型或者IF型货包，通过在货包上标记来识别，容纳的量不会危害生命。货包的外部辐射水平很低。在严重运输事故的情况下，通过货包设计、评价和试验来控制泄漏以及防止链式裂变反应。

B(U)F、B(M)F型货包以及CF型货包（通过在货包上或者运输文件上标记来识别）含有可能威胁生命的量。货包的设计、评价和试验能够保证在发生事故情况下不会出现危及生命的放射性泄漏现象并能防止发生链式裂变反应，除非发生极端严重事故。

少数的“特殊安排”货运可以是AF、BF或者CF型货包。货包类型会在货包上进行标记，详细情况会写在运输文件上。

标志上或者货运单据上的运输指数（TI）不一定表明单个、独立、未破损货包的放射性水平；相反，它可能与运输期间由于材料的以裂变特性的控制需要有关。

一些放射性物品不能被通常的仪器检测出来。

用以控制火灾的水不造成污染。

#### 火灾或爆炸

部分物品可能会燃烧，但是大多数不易点燃。

放射性不会改变材料的易燃性或者其他特性。

AF、IF、B(U)F、B(M)F和CF型货包经过设计和评价可以承受环境温度800℃、持续时间30分钟的耐热试验的考验。

#### 公众安全

发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。

救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级别高。

托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。

立即隔离溢出或者泄漏区域各个方向至少25-50米。

呆在上风方向。

禁止未授权人员进入。

隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。不要马上去污和清洗，直到收到核安全监管部门的指令。

#### 防护服

自给正压式空气呼吸器（SCBA）和消防队员防护服可以提供适当的内照射防护，但不能提供外照射防护。

#### 隔离区

(1) 大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

## (2) 火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

### 应急响应

#### 火灾

放射性物品的存在不会影响火灾控制过程，不会影响技术方案的选择。

如果将容器移走没有风险的话，把容器从火区移开。

不要移动破损货包；把未损坏的货包从火灾区域移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>、喷水或者常规的泡沫。

#### 大型火灾

喷水、烟雾（足够淹没的量）。

筑消防水堤以方便之后的处理。

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或者溢出的材料。

未破损或者轻微破损的货包潮湿的表面不是货包失效的标志。大多数内装液体的货包都有内置容器和/或者吸收材料。

#### 液体洒出

货包内容物很少是液体的。如果发现任何由于液体泄漏导致的放射性污染，很可能是低水平的。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施以保护自己和防止污染扩散。

表7. 应急响应指南166，六氟化铀/水敏感性放射性物品

潜在危险	
健康	<p>在发生运输事故时，对运输工作人员、应急响应人员以及公众造成最小放射性风险。包装容器的耐用性及坚固性随放射性内容物潜在的危险增加而增加。</p> <p>化学危害远远超过辐射危害。</p> <p>材料与水反应以及空气中的水蒸气反应产生有毒的、腐蚀性的氢氟化物气体和具有刺激性、腐蚀性、白色可溶于水的残渣。如果吸入，可能致命。</p> <p>直接接触会灼烧皮肤、眼睛以及呼吸道。</p> <p>低水平放射性材料；对人员的辐射危害很低。</p> <p>控制火灾的流出物可能造成轻度的污染。</p>
火灾或爆炸	<p>材料不会燃烧。</p> <p>包装容器（水平圆柱体有短腿用于栓系），在运输文件或者外包装上标上“AF”或“B(U)F”来识别。它们可以承受苛刻条件，包括完全吞没在高达800° C的温度火焰中。</p> <p>裸露充满的圆筒，以UN2978作为标志的一部分，当卷入火中可能会破裂；裸的空筒在火中不会破裂（不包括空筒中有残料的情况）。</p> <p>材料可能与燃料产生猛烈的反应。</p> <p>放射性不会改变材料的易燃性和其他性能。</p>
公众安全	
	<p>发生事故时，首先应该拨打置于运输文件中的应急响应电话号码。如果没有运输文件或者应急响应电话无应答，则拨叫列在后封页上的适当的电话号码。</p> <p>救援、救生、急救、火灾控制和其他危险的优先级比测量放射性水平的优先级别高。</p> <p>托运人或第一响应者应该将事故情况通报核安全监管部门。</p> <p>立即隔离溢出或者泄漏区域各个方向至少25-50米。</p> <p>呆在上风方向。</p> <p>禁止未授权人员进入。</p> <p>隔离那些未受损伤但怀疑受到污染的人员或设备。不要马上去污和清洗，直到收到核安全监管部门的指令。</p>
防护服	

穿自给正压式空气呼吸器（SCBA）。

穿化学防护服，尤其是制造厂商推荐的。但是化学防护服可以提供很少或者不能提供热防护。

消防员防护服仅在在有火的情况下提供有限的保护；在放射性物品溢出的情况下不能够提供保护作用。

#### 隔离区

##### （1）大量溢出

考虑到初始顺风撤离至少100米。

##### （2）火灾

当大量的放射性物品陷于火灾之中，考虑各个方向300米的初始撤离距离。

### 应急响应

#### 火灾

不要用水或者泡沫直接往材料上喷。

如果将容器移走没有风险的话，把容器从火区移开。

#### 小型火灾

干粉、CO<sub>2</sub>。

#### 大型火灾

喷水、烟雾或常规的泡沫。

用大量的水冷却容器直到火熄灭。

如果不能这么做的话，退出该区域，让火烧。

远离卷入火中的罐子。

#### 溢出或泄漏

不要触摸破损的货包或者溢出的材料。

如果没有火或者烟，泄漏很容易看出来，通过在泄漏点看得见刺激性水汽以及残渣。

使用良好的水喷淋来减少水汽；不要直接把水喷到容器的泄漏点。

残渣累积可以自密封小的泄漏。

在溢出之前筑堤坝来收集流出之水。

#### 急救

医疗问题优先于放射性方面的考虑。

根据受伤的类型进行急救处理。

不要延误运送和救治受伤严重的伤者。

如果受害者停止了呼吸，实施人工呼吸。

如果呼吸困难，给予氧气。

如果接触了放射性物品，马上用流水清洗皮肤和眼睛至少20分钟。

接触释放物品而污染的受伤者对于医护人员、设备或者设施不存在严重的威胁。

确保医护人员知道事故涉及放射性物品，采取预防措施保护自己和防止污染扩散。

## 附录 D

(规范性)

### 质量保证文件

涵盖放射性物品运输活动（包括应急和辐射防护）的质量保证大纲及相应的程序，包括但不限于文件控制、采购控制、物项控制、运输过程控制（包括应急管理、辐射防护管理和安全保卫管理）、检查和试验控制、对不符合项的控制、记录控制等。