

国际原子能机构《核安保丛书》第3号

技术导则
参考手册

对公共邮政运输的国际 邮件进行放射性物质的 监测

联合主编



IAEA



UPU



WCO



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。

对公共邮政运输的国际邮件进行 放射性物质的监测

参 考 手 册



国际原子能机构《核安保丛书》第 3 号
技术导则

对公共邮政运输的国际邮件进行 放射性物质的监测

参 考 手 册

国际原子能机构
万国邮政联盟
世界海关组织
联合主编

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内容。欢迎有关非商业性翻印和翻译的建议并将在个案基础上予以考虑。垂询应按以下地址发至国际原子能机构出版科：

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

对公共邮政运输的国际邮件进行放射性物质的监测

国际原子能机构 奥地利·2011 年 11 月
STI/PUB/1242
ISBN 978-92-0-523210-2
ISSN 1816-9317

前 言

非法贩卖核材料和其他放射性物质的案件自二十世纪九十年代初第一次被破获以来已成为受到普遍关注的问题。截至 2004 年年底，国际原子能机构（原子能机构）成员国已证实发生此类案件有 540 起，尚待证实的案件约有 500 起。大部分已证实的案件属刑事案件，即使不是为了已知的恐怖主义目的。美国 2001 年 9 月发生的恐怖袭击事件，明显凸显了加强核材料和其他放射性物质的控制和安保的需要。为响应 2002 年 9 月原子能机构大会的一项决议，原子能机构采取了一项旨在防止核恐怖主义的综合方案。该方案将对原子能机构下列有关活动进行了协调，即核材料和核装置的实物保护；核材料衡算/侦查和应对核非法贩卖；放射源的安保和安全；应急响应措施——包括在成员国和原子能机构采取的应急准备措施；以及促进成员国加入相关国际文书。

成员国有责任打击非法贩卖和防止无意移动放射性物质。原子能机构与成员国及其他国际组织合作共同致力于防止非法贩卖和无意移动事件，并通过一系列的技术援助和文件提供相关的建议来协调政策和措施。在此方面，国际原子能机构在世界海关组织、欧洲刑警组织和国际刑警组织的支持下，发表了一套三册有关放射性物质无意移动和非法贩卖的技术文件。第一份文件名为《防止放射性物质无意移动和非法贩卖》（IAEA-TECDOC-1311），第二份文件名为《放射性物质在边境的探测》（IAEA-TECDOC-1312），第三份文件是《对涉及放射性物质无意移动或非法贩卖事件的响应》（IAEA-TECDOC-1313）。

万国邮政联盟（UPU）认识到，核材料和其他放射性物质非法贩卖有可能利用国际邮件网络作为传递工具，因而对探知这类运输具有极大兴趣，主要目的是保护邮政雇员和海关工作人员，同时也是为了保护其他邮政物项、设备和建筑物等。因而，受命在为确保邮政系统安全和安保的措施方面向成员国提供援助。万国邮政联盟要求共同致力编写本报告，对于在国际邮件中放射性物质如何能对万国邮政联盟成员国造成影响予以研究；其

中包括目前在边境进行的安保监测的努力等。本出版物可供公共邮政运营者和普通承运人用于选择最有效的探测系统在邮件处理操作中筛查核材料或其他放射性物质。

由奥地利塞伯斯多夫研究中心的 P. Beck 根据原子能机构合同编写的报告“公共邮件中的放射性物质监测导则”是本出版物的基础。该报告的独特之处在于它集中简要但全面地描述了用于在邮件处理过程中探测和控制放射性物质的各种技术和设备，并包含世界各地不同的公共邮政运营者在处理涉及核材料或其他放射性物质的非法事件案例中所获得和积累的经验。我们高度赞赏奥地利塞伯斯多夫研究中心在这项开创性工作中所作的努力，特别是 P. Beck 所作出的努力。

在原子能机构《核安保丛书》这册出版物的编写过程中，与成员国进行了广泛的磋商，包括 2004 年 7 月在维也纳召开的一次人数不限的技术会议和 2004 年 10 月在俄罗斯联邦索契召开的研究协调会议。作为最后步骤，在出版前将草案分发给所有成员国，进一步征求意见和建议。原子能机构负责本出版物的官员是核安全和核安保司核安保办公室的 R. Abedin - Zadeh。

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

1. 引言	1
1.1. 背景	1
1.2. 范围	2
1.3. 目的	3
2. 非法运输放射性物质的情景	3
2.1. 引言	3
2.2. 公共邮件中放射性物质非法贩运的情景	5
3. 公共邮件的分发途径和可能的监测场所	7
3.1. 国际邮件流	7
3.2. 邮件监测策略	9
3.2.1 引言	9
3.2.2. 监测方法的比较	10
3.2.3. 车辆或集装箱监测	10
3.2.4. 用传送带辐射监测仪自动监测单件邮件	10
3.2.5. 车辆监测和单件邮件监测结合使用	11
3.2.6. 用个人辐射探测器进行监测	11
4. 辐射监测设备	11
4.1. 引言	11
4.2. 门式辐射监测器	12
4.2.1. 概述	12
4.2.2. 操作	13
4.2.3 校准和常规检查	14
4.3. 传送带辐射监测器	14
4.3.1 概述	14
4.3.2. 操作	14
4.3.3. 校准和常规检查	16

4.4. 个人辐射探测器.....	16
4.4.1. 概述	16
4.4.2. 操作	16
4.4.3. 校准和常规检查	17
4.5. 中子搜寻探测器.....	18
4.5.1. 概述	18
4.5.2. 操作	18
4.5.3. 校准和常规检查	18
4.6. 多功能手持式放射性核素识别仪	19
4.6.1. 概述	19
4.6.2. 操作	19
4.6.3. 校准和常规检查	20
5. 响应预案.....	20
5.1. 探测和核实	21
5.2. 评定和定位	21
5.3. 识别	21
5.4. 响应预案范本	22
6. 公共邮件辐射监测的实施.....	11
6.1. 建立法律基础.....	26
6.2. 明确责任主管部门	26
6.3. 与项目管理工作组签约	26
6.4. 邮件辐射监测项目的确定和实施	27
6.4.1. 制订邮件辐射监测策略	27
6.4.2. 确定国家邮件监测地点	27
6.4.3. 确定适当的设备	28
6.4.4. 设备测试阶段	28
6.4.5. 监测设备的安装	28
6.4.6. 响应预案的制订	28
6.4.7. 当地公共邮政营运者的培训	29
6.4.8. 对地方公共邮政营运者的支持.....	29

7. 培训.....29

参考文献31

附件一：导致对公共邮件中放射性物质进行探测的过程34

附件二：公共邮件中的放射性物质：四种不同情景35



1. 引言

1.1. 背景

万国邮政联盟[1]和国际原子能机构一直共同致力于编写有关通过国际邮件系统探测擅自转移放射性物质¹的导则。2002年，两个组织签署了一份旨在确保邮寄中可接受的放射性物质的安全和安保运输和探测国际邮件流中核材料等非法放射性物质的谅解备忘录。

万国邮政联盟与国际原子能机构 2002 年 10 月签署的这份协议呼吁制订安全、具有成本效益的包装要求，当放射性物质被接受进行邮寄时，应有简明、有效的标签和标识。更深层的目的是使两个组织之间共享共同感兴趣的信息，制订共同的培训计划和相关的认知教育活动。

根据万国邮政联盟/邮政安全行动组（PSAG）机构间危险品项目小组的指导，全球的邮政服务机构对放射性物质和其他危险品的邮寄采用了严格的监管措施。在采取的各种步骤中，万国邮政联盟将通过邮政安全行动组和其他团体，鼓励 190 个成员国的邮政服务机构采取确保探知涉及放射性物质非法贩卖的措施。国际原子能机构将确保在其标准和导则中充分解决有关邮件运输的安全和安保问题。在全球层面上，国际原子能机构的《放射性物质安全运输条例》成为联合国经社理事会危险品运输专家委员会的规章范本的基础，继而亦成为国际民航组织（ICAO）进行空运、国际海事组织（IMO）进行海运、联合国欧洲经济委员会（UNECE）在欧洲进行公路、铁路和内陆水路运输以及万国邮政联盟进行邮寄运输的国际规章文件范本的基础。

一些公共邮政营运者允许邮寄非常小量的放射性物质，例如在一些放射性药物中所含有的放射性物质。另外，有些邮件含有“无险的”、一般来说是无害的放射性物质，例如某些陶瓷，相机的镜头，以及带有镭表盘的

¹ 值得注意的是，因核材料也是有放射性的，所以在本出版物中，“放射性物质”一词包含核材料。

手表或仪器，岩石样品，以及其他天然存在的放射性物质（NORM）。一般来说，在邮寄流中出现天然存在的放射性物质较为偶然，与在陆路边境和海港发现的大宗货流有所不同。邮寄流中也会偶尔出现这样的物项，例如接受过医用放射性药物治疗人员的血液可能在通过无害行动的邮件中发现。为了探测放射性物质非法贩运，一些国家已为邮件流建立了探测放射性物质的监测程序。关注的主要物项是可用于恶意行动的放射性物质。目前的国际辐射监测措施包括从常规辐射监测，直至在若干邮件处理中心进行的初步可行性研究。本导则即以 2003 年由一些国际或国家邮政部门和私人邮件分发中心所作的观察为基础。

在公共邮件中曾观察到非法运送常规爆炸物[2]。其中一些事件引发了严重的健康危害，甚至死亡。将放射性物质和常规爆炸物一起放在信件或包裹中已被认为是严重的威胁情景[3]。

除在一些国家中进行的放射性药物运输之外，在公共邮件中出现大量的放射性物质是非常不可能的。可将发现这类物质的所有情况分为合法的、非法的，或作为天然存在的放射性物质运输的几类。不过，私人运输公司通常按照有关危险品的国际运输条例[4—6]进行放射性物质的运输。

由于没有对邮件监测进行正式研究，因而没有有关在公共邮件中放射性物质出现频度的确凿资料。但是，因为利用公共邮件比较容易，在公共邮件中进行放射性物质的非法贩运必然对公众和邮政工作人员带来可能具有灾难性后果的潜在风险。

1.2. 范围

本出版物提供有关可用于探测公共邮件和私人邮件承运人中非法贩运放射物质所产生的 γ 和中子辐射的控制程序和设备的指导。本出版物并不描述对发射 α 或 β 辐射的放射源的具体探测程序，仅描述在公共邮件中的放射性物质造成的辐射危害的定性特征。本出版物还介绍在探知放射性物质时的对策和确定响应程序。

本报告的重点是公共邮政营运者对国际邮件进行的监测。然而，所描

述的技术和设备也可用于国内目的。这些技术和程序也可供私人邮递服务机构使用。有关辐射源的标签和包装要求的程序，并不在本报告的范围之内。处理国际邮件中的非法放射性物质的问题，一般来讲属于国家海关管理部门的权限，但其应与邮政当局进行合作。本出版物旨在作为对国际邮件中放射性物质进行监测方法的指导性资料，而不是对作用和职责进行规定，各国在这些方面有所不同。

1.3. 目的

本出版物的主要目的是概述在保护邮政雇员、海关人员和公众成员免受非法运送放射性物质可能造成的健康危害方面的现有情况和对策。另外，本出版物还提供：

- 威胁情景的研究；
- 邮件处理过程中的分发路径和可能进行监测的地点；
- 典型的辐射监测设备的描述；
- 可能的响应预案；
- 对邮件实施监测的计划；
- 建议的培训的概述。

2. 非法运输放射性物质的情景

2.1. 引言

因为仅有少数的公共邮政营运者允许按照国际运输条例运输少量的医用放射性核素或有限的消费品，所以在公共邮件中一般不太会合法地出现较大的辐射源。目前，医用放射性物质的半衰期一般为几小时或几天；而且一般通过 γ 谱仪，甚至从货包外观上，可将它们与其他放射性物质区别开。关注的另一个可能问题是利用公共邮件系统非法贩运核材料（如铀和钚的同位素）[7]或其他放射性物质。还有一种可能的情景是在公共邮件

系统中利用放射源威胁公众的恶意行为。恐怖分子可能利用邮寄的放射性物质威胁社会公众，以引起国家或国际的注视。

利用公共邮件系统非法运输放射性物质的情景可归纳为下述内容：

- 错误标签或无标签；
- 错误的运输文件；
- 非法贩运放射性物质；
- 在公共邮件中利用放射性物质的恶意行为。

本报告仅研究在公共邮件中进行放射性物质非法贩运的问题。

某些辐射源引起的潜在辐射照射，例如由于吸入和食入有放射污染的粉末，可导致严重的健康危害，甚至死亡。健康风险取决于受到辐射源的照射量，用辐射量有效剂量表示。在辐射测量中，采用周围剂量当量表示。上述两个量均用希作为量度单位[8、9]。天然本底辐射一般大约为 50~100 纳希/小时。全球范围内几乎完全由天然辐射源造成的平均年剂量为 2.4 毫希[10]。

影响辐射照射量的参数是放射性物质发射的辐射的类型和放射性物质的活度。一定质量的放射性物质一般对应于一定量的辐射活度。这两个量可以互相换算，可从一个量换算出另一个量。放射源的质量通常用克表示，而放射源的活度用贝可表示。辐射剂量率取决于距放射源的距离、放射源前的屏蔽、放射性物质的成分或形态以及放射源发射的辐射类型。常用的屏蔽材料有铅、钨、贫化铀或其他密度大的材料。更详细的请参阅参考文献[8]，以及美国国家标准和技术研究所（NIST）的网站[11]。

因此，有关辐射防护的显而易见的方法为：

- 与未知放射源保持适当大的距离；
- 尽量减少照射时间；
- 对放射性物质使用屏蔽材料。

此外，应避免任何接触，因为含有放射性物质的邮寄品的表面有可能

被污染。有关辐射防护基本原则的详细介绍请参阅参考文献[12]。

对在公共邮件内，有可能造成一种威胁情景的放射源进行估算时，必须考虑函件或包裹的最大重量和尺寸。一般而言，函件的重量限值为 2 千克，但在某些情况下，根据双边协议，重量可为 5 千克。单件重量超过 20 千克的包裹可随意选择，但单件最重为 50 千克。信件邮寄品的最大尺寸为：长、宽、厚三面合计为 900 毫米。但最长一面不超过 600 毫米，偏差为 2 毫米。对包裹而言，一般来说，最长的一面不超过 2 米，或总长度以及在非最长方向所测的最大周长均不得超过 3 米。另外，对于国际托运而言，规定包含几个信件和包裹的邮包，如寄给同一个收件人，最重为 30 千克。

单件邮寄品的最大尺寸并不作为折算放射性物质数量的参数。为了估算可由公共邮件运送的放射性物质数量，可以明确下述两个不同的重量类别：

- 最重为 2000 克（标准信件）；
- 最重为 50 千克（特快专递（EMS）、包裹、邮包），最常用的最大重量为 20 千克。

2.2. 公共邮件中放射性物质非法贩运的情景

根据非法贩运的放射性物质的类别及其外周屏蔽的情况，可明确几种情景。本报告中讨论下述四种情景：

- 在公共邮件中有内屏蔽的放射性物质；
- 在公共邮件中无屏蔽的放射性物质；
- 在公共邮件中的放射性物质；
- 放射源与常规爆炸物组合在一起。

当这类邮寄品外的辐射剂量率高于某个水平时（参阅第 4 章），可用个人辐射探测器（PRD）、手持式放射性核素识别仪（RID）或门式辐射监测器（RPM）进行监测。

最可能出现的情景是，利用特快专递或包裹邮件非法运送置于屏蔽容器内的放射源。用适当的屏蔽物（铅或贫化铀），可把铯-137（铯）或钴-60（钴）一类的工业用放射源隐藏在总重量可为 20 千克的特快专递或包裹邮件中。对上述两种情况而言，有可能发生在包裹里有放射源，而在包裹外探测不到的情景。但是，如果包裹被打开，屏蔽被拆除，这些放射源的辐射照射就有可能引起严重的健康危害（参阅附件二情景 1）。使用 X 射线扫描仪可显示邮寄品内的重屏蔽材料。这类信息会导致对可疑运送品的进一步调查。

如果在公共邮件中运送无屏蔽的放射性物质，即使包裹未被打开，邮政工作人员和公众都有可能受到有潜在健康危害的照射。如果有放射性液体物质或放射性粉末，包裹有可能已被污染。在这种情况下，运送这类物件可能导致邮政工作人员和公众受到污染，也可能使建筑物和设备受到污染。如果没有使用屏蔽材料，最可能的情景是用信件邮件非法贩运最大重量可达 20 克（标准信件）或高至 2000 克（减低资费信件）的放射性物质。对质量为 15 克铯-137 和钴-60 等工业用放射源来说，有可能在短时间内吸入致死的辐射剂量，导致皮肤和人体其他组织的急性健康影响，并在几天后死亡。在这种情况下，不能忽视由这两种放射源产生的温度。用本报告介绍的任何一种 γ 辐射探测器在距离约为 100 米处均可测量到这种辐射的照射（参阅附件二情景 2）。

利用公共邮件的另一种情景是非法贩运可用于制造核武器的核材料（如铀和钚的同位素）。因为铀和钚均发射 α 辐射，吸入或食入污染粉末也是一种潜在的健康危害。这两种同位素均可用手持式仪器（如手持式放射性核素识别仪）或门式辐射监测器（参阅第 5 章）进行探测。非法贩运无屏蔽铀的 20 千克特快专递或包裹邮件，可用第 4 章介绍的任何一种辐射监测设备立即探测到。加上适当的屏蔽后，可在这类包裹中隐藏可观数量的铀。未加屏蔽的钚，即使其数量很小，也可用辐射监测设备探测到；在 20 千克的特快专递或包裹邮件中加有相当厚的屏蔽后，只要将适用的辐射探测器正对邮件放置，即可探测到其中的钚。在 γ 射线探测系统上加上中子探测功能，可显著增加探测有屏蔽的钚的能力。X 射线扫描仪可显示邮寄品内的重屏蔽物质。

在公共邮件中已观察到常规的爆炸物[2]。这类事件可导致严重损伤或死亡。一些安保专家已介绍过使用放射性散布装置（RDD）作为恶意行动的最可能情景[3]。危害包括常规爆炸物的后果和公众、建筑物和环境受到放射性污染。视散布的放射性物质的数量和半衰期的不同情况，污染可能在相当长的一段时间内覆盖很大的区域。虽然其效应无法与核武器相比，但放射性散布装置爆炸的后果会引起健康影响和公众恐慌。放射性物质的散布程度取决于爆炸的威力和放射性物质的类型。有没有屏蔽材料的情景都是可以想象的。虽然任何放射性物质都可能与常规爆炸物结合使用，但最可能的情景是使用诸如铯-137 或钴-60 一类的工业放射源。建议使用 X 射线筛查法探测高密度的屏蔽材料和爆炸物。

3. 公共邮件的分发途径和可能的监测场所

3.1. 国际邮件流

全球每天跨界运送的国际信件超过 1800 万件，2002 年运输量达到 67 亿件。每年通过邮政寄送的国际包裹大约为 46 亿件，相当于每天寄送约 1300 万件包裹。

在寄送的国际邮件的数量方面有很大的差异。美国和英国寄出的函件数量最大，分别为 8.19 亿件和 5.82 亿件。在发展中国家中，沙特阿拉伯寄往国外的函件量最大，为 1.97 亿件。邮政网络主要用户有美国居民，每人每年邮寄件数平均为 660 件；挪威居民，548 件和列支敦士登居民，473 件。与此相反，不丹和赞比亚属于平均每人邮寄 1 件的国家。在大约 50 个发展中国家中，平均每人每年邮寄的件数不到 1 件。

全球范围内，国际普通包裹量从 2001 年起增长了 10.5%。工业化国家²增长得最快（12.7%），但是在非洲（8%）、拉丁美洲和加勒比地区（18.5%）

² 万国邮政联盟列出的工业化国家如下（截至 2004 年 1 月）：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、以色列、意大利、日本、列支敦士登、卢森堡、摩纳哥、荷兰、新西兰、挪威、葡萄牙、圣马力诺、西班牙、瑞典、瑞士、英国、梵蒂冈和美国。

以及中东地区（0.9%）也都有显著增长。发展中国家的国际普通包裹数量总体下降 2%，其中包括亚太地区（5.7%）、欧洲和独联体国家（3.6%）。

一般的邮件流途径是先从街道邮箱和邮局收取邮件，然后送到国内分拣中心，再送至交换站进行国际分类，最后运送到国外。国际公共邮件主要用飞机或卡车亦或轮船和火车运输至目的国的交换站，再递送到分拣和分发中心、地区分发局，最后交给收件人。为便于飞机或卡车的装载或卸载，邮件采取邮袋或集装箱托运的形式运输。国内分拣和分发中心数目取决于该国具体的物流组织结构。图 1 给出了国际公共邮件流的一般示意图。

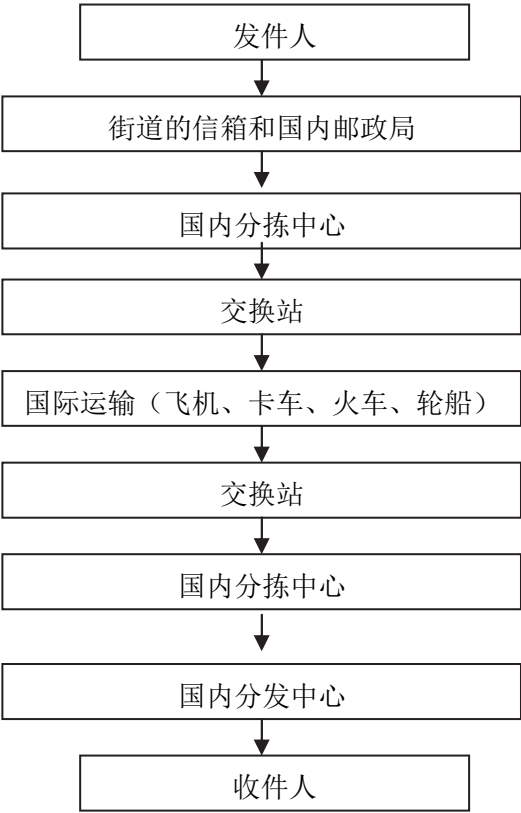


图 1. 国际公共邮件流。

3.2. 邮件监测策略

3.2.1. 引言

在交换中心对邮件货物可进行最为高效的监测。在邮件始发国和目的国都有这些设施。对于公共邮件的输入，或是公共邮件的输入和输出，可在两地或仅在一地进行监测工作。但是，应该认识到，对邮政工作人员和公众的健康危害，可能始于始发国的街道信箱或国内邮局。

交换站的组织结构各不相同。一些地方可能已采用由现代信息技术支持的高度先进分发物流系统，而另一些地方可能仍然主要依赖人工分发邮件。作为质量管理和物流系统的一部份，一些交换站已建立了邮件筛查系统。

最高效的方法是在交换站入口处开始进行辐射监测，对所有用邮袋、推车或集装箱送来的邮寄品进行扫描。这样，含有放射性物质的邮件在进入设施之前即可能被探测到，从而可采取预防措施防止辐射照射可能造成的健康危害。为此，应使用通用的车辆门式辐射监测器。可探测的放射性物质的最小活度或最小质量取决于监测仪与邮寄品间的距离、放射性核素以及使用的屏蔽材料（请参阅参考文献[13-18]）。

最好将单个信件邮件和包裹放在传送带上进行扫描，交换站通常都有自动分拣用的传送带。对信件邮件和包裹进行监测是探测放射性物质的最灵敏的方法。监测仪与邮寄品的距离应在 10~50 厘米。可探测的放射性物质的最小量取决于监测仪与邮寄品间的距离、放射性核素以及所使用的屏蔽材料（参阅第 2 章和参考文献[12]）。建议结合使用传送带辐射扫描和 X 射线扫描两种方法。

也可采用其他方法。邮件入口处或邮件人工分拣处的邮政工作人员可使用个人辐射探测器或手持式仪器进行辐射检查，但是，这种仪器与门式辐射监测器或传送带辐射监测仪（RCM）相比，其辐射灵敏度较低。

3.2.2. 监测方法的比较

可将邮件监测方法归纳分为下述几类：

- (a) 监测车辆或集装箱：卡车、推车或集装箱；
- (b) 监测单件邮件：信件、包裹或邮袋；
- (c) 车辆监测和单件邮件监测结合使用；
- (d) 每个邮政工作人员可佩戴个人辐射探测器或用手持式装置进行监测。

也可考虑将上述方法进行结合的做法。但是，最终决定使用哪种具体监测方法，或者合并使用几种方法，均应在探测放射性物质的灵敏度、监测设备的成本以及对报警作出响应所需的操作程序之间进行平衡。一般来讲，使用灵敏度高的大型探测器系统的监测设备比较昂贵。

3.2.3. 车辆或集装箱监测

以整个集装箱为例，在邮件从飞机上卸载后至进入交换站之前，监测的物流系统很简单。监测工作的成本相对较为便宜，因为通常仅需要 1 个或 2 个门式辐射监测器系统。监测过程一般也只需要几秒钟。监测时间主要取决于拟扫描物件的尺寸。与传送带监测仪相比，该方法的灵敏度较低，因为门式辐射监测器与集装箱或车辆间有一定距离（一般为 1 或 2 米），装载物又都有一定的自屏蔽效应。在有报警的情况下，必须使集装箱停下、卸载、用手持式辐射搜寻装置人工确定放射性物质的位置。对停下的集装箱进行搜寻，可能要花费较长的时间。

3.2.4. 用传送带辐射监测仪自动监测单件邮件

对单件邮件进行辐射监测是非常灵敏的。因为信件邮件和包裹在传送带上移动时，监测装置可以尽可能靠近。在监测设备发出报警的情况下，可疑的邮件可以立即被定位。对大量单件邮件监测所需的时间将比对整个集装箱进行辐射巡测需要的时间要长。为提高监测过程的通过量，可平行安装几个传送带辐射监测仪。单件邮件的监测设备通常针对室内操作设计，

并使用较小的探测器，因此也较车辆用通道监测仪便宜。视监测路径数量的不同，单件邮件监测所需设备的投资可能比整个集装箱监测投资要多。如果用 X 射线监测仪扫描每个信件，可将其与辐射监测仪放在一起使用，因为辐射监测仪不会使扫描过程变慢。巡测并不需要额外增加人员作观察，因为辐射监测仪与 X 射线系统平行工作，可自动发出声响报警。

3.2.5. 车辆监测和单件邮件监测结合使用

如果需要进行高灵敏度和高速度的监测，建议将两种方法结合使用。因为在集装箱进入分发设施前，监测装置要检查每个集装箱，所以对工作人员的辐射防护将显著增加。需要保证对放射性物质的高灵敏度监测和快速定位。入口处监测仪的报警水平可有所不同，以确保对工作人员的辐射防护和邮政设施的辐射安全。

3.2.6. 用个人辐射探测器进行监测

另外，还可用个人辐射探测器监测邮件的放射性，这样做相当便宜。在手工分拣时也可应用这种方法。在装载、卸载和邮件处理操作期间，邮政工作人员一般与邮件靠得很近。但是，个人辐射探测器的灵敏度与手持式辐射仪器和门式辐射监测器相比要低很多。尽管个人辐射探测器的 γ 灵敏度可以满足要求，但其对中子辐射的灵敏度很低，为了显示中子存在，需要的测量时间会很长。目前，不建议单独使用中子灵敏型个人辐射探测器作为替代中子手持式仪器或中子灵敏型门式辐射监测器的方法。

4. 辐射监测设备

4.1. 引言

目前，已掌握了一些有关邮件扫描的实际经验和历史资料，用其可对邮件监测设备制订详细的技术规范。在许多场所，已使用边境辐射监测系统，并针对邮件监测进行了改进。附件一概括了导致对公共邮件进行放射

性物质探测过程的流程图，描述了可用于邮件监测的仪器设备。关于在边境探测非法放射性物质中所采用的程序和设备在 IAEA-TECDOC-1312[19]中有详细描述。有关设备技术规范的最高要求在参考文献[13]中给出。在检查站点用于探测和表征放射性物质的监测装置可分为下述几类：

- 门式辐射监测器；
- 传送带辐射监测器；
- 个人辐射探测器；
- 中子搜寻探测器（NSD）；
- 多功能手持放射性核素识别仪。

还有一些仪器设备未包含在上述 5 类中，例如应急响应专家所使用的。在发生严重事故时或在有放射性恶意行动危险时，这些专家要赶赴现场。这些响应专家要配备更尖端的仪器设备，例如 α 和 β 污染探头、配有中高分辨率探头的便携式 γ 谱仪、符合中子探测系统、保健物理仪器设备、便携式 X 射线成像仪和空气取样器等。

为了邮政工作人员的个人辐射安全、核实报警以及对放射源定位和识别放射性核素，还应使用个人辐射探测器和多功能手持式仪器辅助自动监测的门式辐射监测器或传送带辐射监测仪装置。第一响应人员可利用所获取的信息来确定相应的响应等级（分为实战响应、战术响应或战略响应）。响应等级与辐射类型（ γ 和中子）、剂量率、表面污染和放射性核素类型有关。

4.2. 门式辐射监测器

4.2.1. 概述

门式辐射监测器是用于陆路、铁路、空港或海港检查站探测 γ 和中子辐射的装置，可指示放射性物质和核材料的存在。如果货物和公共邮件的运输能汇集到狭窄区域，即所谓的节点或扼止点，使用门式辐射监测器是最佳方案，因其固有的灵敏度远高于手持式探测器或个人辐射探测器。这

类监测器对监测连续的车辆、载有邮件和包裹的手推车、货物和邮件集装箱流的灵敏度都非常高，而且对运输流量影响最小。用于小型车辆和大型车辆的监测器的技术规范是不同的。门式辐射监测器有固定安装在混凝土基座上的，有将探测器安放在轮子上的可移动式的。其灵敏度几乎完全相同。有关门式辐射监测器的最低技术要求在参考文献[13]中给出。

4.2.2. 操作

门式辐射监测器应为两个对称的立柱，分立两侧。其探测灵敏度取决于探测器与源的距离及车辆的速度。建议两个立柱的最大距离为 6 米，并随待扫描监测车辆的宽度而定。重要的是，为防止监测器受到车辆的意外损害，应安装挡板，而挡板的安装绝不应影响监测器的视线。监测器的探测应仅限于监测一条车道。门式辐射监测器可分为小轿车型或卡车型，区别在于扫描区的高度不同。图 2 描绘了对整个集装箱的监测情况。

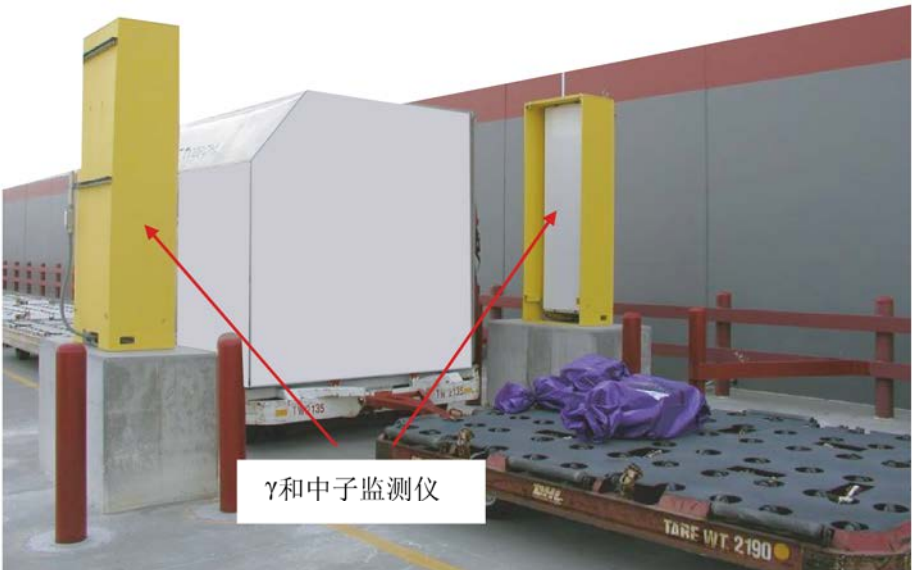


图 2. 门式辐射监测器用于监测空运邮件集装箱。

因为监测器的灵敏度还与监测所用的时间长短密切相关，所以需要将监测仪安放在能控制和降低车辆速度的地方。虽然监测器在性能上有些差异，但仍建议车辆的速度不要超过每小时 8 千米，尽管有些情况下，为了保证交通流量，可能要求快至每小时 30 千米的更高速度。为了满足更高车速的要求，需要相应地提高探测器的灵敏度。一个基本要求是，占位传感器的类型必须适合具体应用的要求，且要安放在仅在监测通道被占位的情况下才能触发，而不被邻近的其他交通触发的位置。

4.2.3. 校准和常规检查

门式辐射监测器应定期校准和测试。应每天利用小型辐射源对其进行检查，以核实其可探测辐射强度和可触发相应的报警。检查还应包括自诊断测试，以涵盖实际尽可能多的功能，并且当这些测试显示可能有故障时，应能触发报警。建议每年由有资质的人员或有资质的保养机构对监测器设备进行一次校准。

4.3. 传送带辐射监测器

4.3.1. 概述

传送带辐射监测器旨在用于检查站，在检查站公共邮件将放置在传送带上接受详细的辐射监视，以探测是否存在 γ 和中子辐射，从而可以显示放射性物质或核材料的存在。传送带辐射监测器应安置在传送带的适当位置上，邮件集装箱从这里进入，然后卸载，接受进一步检查。这类监测器对监测连续通过的单件邮件和包裹的灵敏度非常高。通常，传送带辐射监测器要与公共邮件的 X 射线筛查装置结合使用。小尺寸监测器与大尺寸监测器的技术规范互不相同，因而传送带的布局也是不同的。有关传送带辐射监测器的最低技术要求在参考文献[13]中给出。

4.3.2. 操作

传送带辐射监测器的安装应能保证尽可能靠近邮寄品进行监测。可采用下述方法：

- 单侧放置一个探测器，或放置在传送带始端；
- 两个探测器对称放置在传送带左、右两侧；
- 放置在传送带上方的；
- 放置在传送带下方；
- 同时使用上述几种方法。

探测的灵敏度与探测器和辐射源的距离及传送带的速度有关。建议探测器与传送带的最大距离为 1.5 米。使用传送带驱动装置不应影响探测器的工作和监测器的灵敏度。最大速度不应超过每秒 0.5 米。如果出现报警声响，传送带应自动停止运行。传送带辐射监测器通常不用占位传感器。如果使用这类传感器，应使用适合具体应用条件的那种，其放置位置应保证仅在传送带监测器被占位时才能被触发，而不被临近的其他物体的运动触发。



图 3. 传送带辐射监测器的主要特征。

4.3.3. 校准和常规检查

传送带辐射监测器应定期校准和测试[13]。具体地说，应每日使用小型辐射源对其进行检查，以核实其能探测辐射强度的增加和可触发相应的报警。检查应包括自诊断测试，以涵盖实际尽可能多的功能，而且在这些测试显示有可能存在故障时，应给出外部报警。建议每年由有资质的人员或保养机构对监测器设备进行一次检查和功能测试。

4.4. 个人辐射探测器

4.4.1. 概述

个人辐射探测器是小巧、轻便的辐射监测器，可佩在身体上，通过对 γ 和中子辐射的探测，警示使用人员放射性物质或核材料的存在。这类监测器可用于搜寻或定位放射性物质，在辐射水平显著时将向使用人员发出警告。这类监测器特别适合作为个人辐射防护探测器，或在大的区域内巡视时使用。因个人辐射探测器小巧轻便，所有邮政工作人员均可配备，对辐射报警的第一响应人员来说，非常适合使用。另外，这类监测器的操作无需太多的培训。另一个优点是其固有的可移动性，允许尽可能地靠近被怀疑的辐射源。当然，应保证这些做法是安全的。对个人辐射探测器的最低技术要求在参考文献[13]中给出。

4.4.2. 操作

目前的技术水平使利用 γ 和中子/ γ 的个人辐射探测器已完全不成问题。虽然同时有 γ 和中子的个人辐射探测器通常更为理想，但有些应用中并不需要对中子进行探测。因此，这里描述的技术规范完全适用于两种类型的个人辐射探测器。

为达到最高的中子辐射探测效率，必须将个人辐射探测器靠近身体佩带，以便能利用身体产生的慢化作用。个人辐射探测器可用于“静音模式”，在警示使用人员有放射性物质存在的同时不会惊吓到临近的其他人员。个人辐射探测器特别适合单个工作人员和辐射报警第一响应人员使用。因为

这类监测器小巧轻便，可将其移近辐射源，部分地补偿其探测器体积小、灵敏度较低的缺欠。但是，应注意到，在非法贩运中有可能出现这种情况，即对辐射源进行了很好的屏蔽，此时仅用便携式辐射探测器进行探测就不太可能，只能用更大型的、灵敏度高的、固定安装的门式辐射监测器进行探测。如果将个人辐射探测器安放在长杆上，可伸到卡车顶部进行监测。在极端低温的条件下，可对这类监测器进行隔热和时时加温，例如将其放在使用人员的衣袋中，可保持其处于工作状态。最后，这类监测器的使用无需强化培训。

因为这类监测器价格相对低廉，且尺寸小足可佩带在腰带上或放在衣袋内，所以建议为每个值班的工作人员配备一个个人辐射探测器。因其耗电量低，所以可连续使用。佩带使用袖珍型辐射探测器的工作人员数目很多时，在执行其常规任务的过程中就形成了一个“移动式屏障”，在不能设立扼止点的情况下，与固定安装的监测器设备相比，其非常灵活，因此监测所覆盖的区域可能非常广阔。个人辐射探测器还可在定时/计数器模式下使用。如果需要检查辐射场弱的可疑物项，可进行较长时间的测量，从而大大增加探测的灵敏度。

个人辐射探测器应具有记忆功能，能够积分累计的 γ 和中子剂量。这种功能可实现对弱中子源的探测。一些个人辐射探测器还可记录剂量率（或计数率）的时间分布，这一点非常有助于将辐射搜寻操作的结果形成文件。

4.4.3. 校准和常规检查

个人辐射探测器还应定期进行校准和测试[13]。应每日用小型辐射源对这类仪器进行检查，以核实其可探测辐射强度的增加和可触发相应的报警。检查应包括自诊断测试，以涵盖实际尽可能多的功能，并且当测试显示有可能存在故障时，应给出外部报警。建议每年由有资质的人员或有资质的保养机构对设备进行一次检查和功能测试。

4.5. 中子搜寻探测器

4.5.1. 概述

中子搜寻探测器的设计应具有高的中子探测灵敏度，并且有较小的尺寸和重量，以便能够手持操作足够长的时间。这类探测器的使用目的是探测和定位放射性物质，特别是钚或诸如镅（镅-252）之类的商用中子源。使用人员将这类探测器移动靠近可能存在的放射性物质，距离越近探知的概率也会随着增加。另外，当探测器在整个扫描区域内移动的速度适当的慢时，探测到辐射的概率也越高。但是，移动速度慢意味着观察需要较长的时间，所以需要在速度和灵敏度之间找到一个折中方案。经验已表明，对包裹或人员的辐射进行彻底搜寻可能要进行大约 15 秒。搜寻一辆机动车更困难得多，亦更耗时。对中子搜寻探测器的最低技术要求在参考文献[13]中给出。

4.5.2. 操作

中子搜寻探测器的最重要特性是实现最高中子探测效率。实现这一点，这类仪器必须具有可接受的尺寸、重量以及牢固性水平。中子搜寻探测器还必须具有在室外环境下长时间手持操作的性能。另一个重要的特性包括报警声响清晰，停顿时间可选择，并且中子信号随着时间的变化看得见显示（如条状图），因而易于进行中子源定位。中子搜寻探测器应有高对比度的显示器，能显示全部必要的信息，包括时间标记、局部存储、计算机连接以及声响报警/警示指示等。本底扣除和给出报警的原理应与在个人辐射探测器和手持式放射性核素识别仪中所采用的原理相同。

为了确定辐射源的位置，报警指示应可自动复位或手动复位。声响报警的重复频率应随计数率的增加而增加。为保证在搜寻操作中的放射安全，同时显示计数率和高剂量率报警的自动声响是非常重要的。

4.5.3. 校准和常规检查

中子搜寻探测器应定期校准和测试[13]。检查包括自诊断测试，以涵盖

实际尽可能多的功能，而且在这些测试显示有可能存在故障时，应给出外部报警。建议每年由有资质的人员或有资质的保养机构对监测器设备进行一次检查和功能测试。

4.6. 多功能手持式放射性核素识别仪

4.6.1. 概述

手持式放射性核素识别仪用于探测、定位和识别放射性物质，同时提供足够准确的 γ 剂量率测量，以确保在定位和识别放射性物质期间的辐射安全。与个人辐射探测器相比，这类探测器设备可提供灵敏度更高的探测，但这类探测器较重、更为昂贵。这类探测器除有测 γ 谱的探测器外，有些还配备有中子探测器，还有的使用了可装卸的 α/β 探测器用于检查表面污染。使用手持式放射性核素识别仪最多的情况是，对已确定为搜寻目标的物项进行探测和识别引发报警的放射性核素。使用的实例如下：

- 对门式辐射监测器、传送带辐射监测器和个人辐射探测器触发的报警进行核实；
- 定位放射源；
- 指示 γ 和中子剂量率和计数率（计数/秒）；
- 识别放射性核素。

有关手持式放射性核素识别仪的最低技术要求在参考文献[13]中给出。

4.6.2. 操作

手持式监测器可作为一级探测装置对邮件、包裹、集装箱和车辆进行有效搜寻，并非常灵活地定位辐射源；也可作为二级搜寻装置核实固定安装的门式辐射监测器或个人辐射探测器给出的报警。但是，这类监测器的中子探测灵敏度通常不足以定位弱中子源。在这种情况下，如果没有手持式中子搜寻装置可用，应利用长时间的定时/计数器模式探测弱中子源的存在。

一些现代仪器能够将数据传输到计算机进行分析，或通过远程传输传给专家组。一个基本要求是，这类监测器要配备可选择的声响信号指示器，使使用人员能够不观看显示器进行搜寻。声响信号指示需要清晰地区分 γ 辐射和中子辐射。这类仪器在搜寻模式中的许多特性应与个人辐射探测器的相似。

手持式监测器在搜寻模式中应用时，应能给出可选择的声响信号，指示 γ 射线和（或）中子的探测结果，使使用人员能够专注于搜寻，而无需盯视显示器。手持式监测器应有一个舒适的、人性化设计的手柄，以便能够带着防护手套长时间地单手操作。

4.6.3. 校准和常规检查

手持式放射性核素识别仪应定期校准和测试。应每日用小型辐射源进行检查，以核实其可探测辐射强度的增加和能触发相应的报警。检查应包括自诊断测试，以涵盖实际尽可能多的功能，而且在这些测试指示可能存在故障时，应给出外部报警。建议每年由有资质的人员或有资质的保养机构对监测器设备进行一次检查和功能测试。

5. 响应预案

本章描述响应预案的结构，从对公共邮件中放射性物质的探测开始，此外还包括随后的响应。该预案与其他的与放射性事故有关的响应相类似。但是，应强调指出，任何一个预案模式都不可能适用各种情况。其他格式和结构只要是全面的并且已考虑国家、地区和当地的条件，就完全足够。一种模式一旦已经建立和确定，就应当用于整个组织。有关这一主题的更详细指导可查阅参考文献[20]。执行响应预案的责任可因国而异，但一般可能由海关组织负责。

有关在公共邮件中发现放射性物质的一般响应预案可归纳为如下内容：

- 探测和核实;
- 评定和定位;
- 识别。

5.1. 探测和核实

在辐射超过某一确定水平时，监测器将会给出报警。这一辐射水平与剂量率有关，但通常表示为计数率。一旦激发了报警，则需要核实其真实性。为此，应使用同样的监测器或使用不同的监测器，例如个人辐射探测器或手持式监测器，对可能的辐射源进行重复测量。设施的第一响应人员负责探测和核实工作。

5.2. 评定和定位

报警经核实后，需要搜寻和定位辐射的来源。然后，重要的是，要为辐射安全目的进行放射性评定，并确定要采取的相应响应级别。应由经过专门培训的支持工作组完成评定和定位工作。

5.3. 识别

通常，利用 γ 能谱的测量结果，可进行放射性核素的识别。对于划分事件性质的类别和确定进一步的响应，特别是对于区分无险报警和由非法放射性物质引起的真实报警，或对于在探测到核材料后启动高级别的报警，这一信息非常重要。应由经专门培训的支持工作组或应急响应工作组完成核素的识别工作。

图 4 给出一般响应预案的示例。

应在组织管理层、安全响应队伍和在响应时必须作出反应的任何其他组织的支持下，制订单独的响应预案。在下面几节中将介绍响应预案的模式。

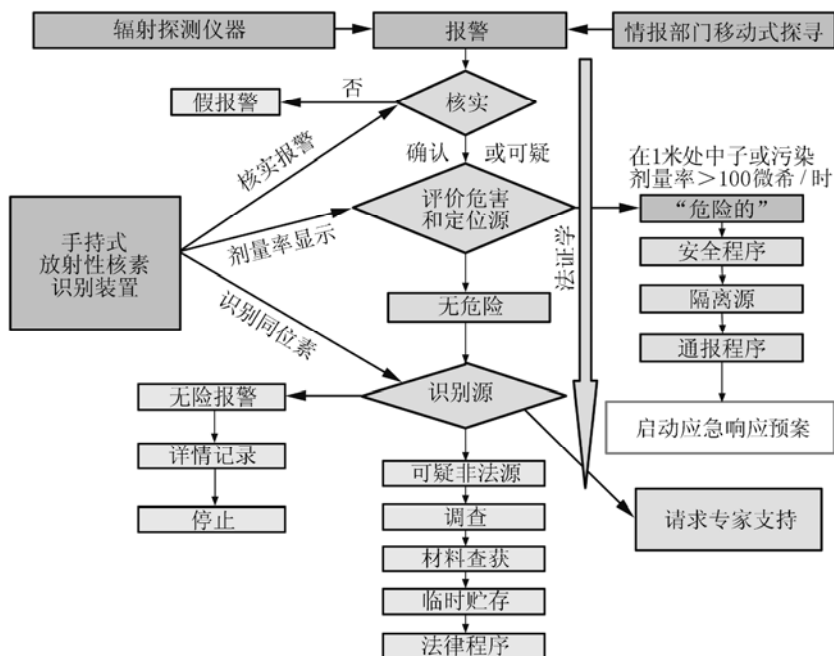


图 4. 一般响应预案。

5.4. 响应预案范本

名称页

应当给出响应预案的名称、批准日期、同时签名以及在响应机制中的起作用的所有机构负责人的签名。

该响应预案应包含下列章节：

1. 引言

应当给出响应预案的目的、参与机构（海关、执法部门的官员等）、预案的范围、国家主管部门，以及与其他计划的关系。

1.1. 目的

1.2. 参与机构（例如海关、执法部门的官员）

1.3. 范围

1.4. 定义

1.5. 主管部门

- 涉及放射性物质非授权行为的相关国家法规；
- 确定由哪些机构负责制订预案、作决定和采取行动。

1.6. 与其他计划的关系：

- 说明如何将非授权行为的响应纳入其他应急的一般计划内。

2. 制订预案的基础

扼要说明需作出响应的情况。应给出地理区域，表明对于这些区域内所发生事故的相关管辖权。

3. 组织和责任

3.1. 一般责任

应该说明响应机构以及地方和中央政府的责任。

3.2. 国家组织

适当时，应该说明国家层面上的组织的详细结构。

3.3. 接口

应该说明响应机构之间的主要接口以及它们与地方政府和中央政府的关系。

4. 运作概念

应该考虑下述概念，并包括对每个概念的描述。需要对每个概念进行扩展，适当时，还可包括其他概念。

4.1. 战术和战略概况

4.2. 指令结构

4.3. 指令设施

4.4. 综合管理

4.5. 现场管理

4.6. 减缓健康危害的程序概要

4.7. 伤亡管理

4.8. 放射性物质查封和处置

4.9. 事件调查

4.10. 媒体认知

5. 应急准备

5.1. 责任

应该由谁负责制订响应预案和掌管预案。

5.2. 修订

应该说明对预案进行修订的要求和机制。

5.3. 培训

应该确定总的培训政策和要求，包括由谁负责培训。

5.4. 演习

应该说明举办演习的频度，由谁负责制订预案、进行准备和实施，以及如何将汲取的经验教训纳入该预案。演习还可包括演练和桌面练习。

5.5. 公众教育

应该明确对公众进行有关响应预案教育的责任。

6. 响应时间的要求

6.1. 责任人员的现场干预

应该明确第一响应人员作出的响应，例如应在 10 分钟内作出响应，或依据响应预案利用当地受过培训的工作人员或其他资源。

6.2. 现有专家的援助

应该明确由专家提供的援助；

工作时间内：10 分钟～2 小时；

夜间：10 分钟～次日；

24 小时电话援助。

6.3. 因怀疑有放射性物质而迫使公共邮件运输停顿的最坏情况：

确定运输停顿期间的最坏情况。

6.4. 最后调查

科学服务机构或核法证响应工作组：

应该明确科学响应工作组的响应和响应时间，例如在 1～2 天内，将可疑物质送至适当的实验室，由科学响应工作组或核法证工作组进行识别。

6. 公共邮件辐射监测的实施

公共邮件辐射监测系统的实施，要求对法律、实践和经济等因素有很好的了解和准备。应考虑的主要项目包括：

- 建立公共邮件监测的法律基础；

- 明确责任主管部门；
- 与项目管理工作组签约；
- 明确并实施邮件监测项目。

6.1. 建立法律基础

建立公共邮件的国家辐射监测，首先要确定国家法律基础。该法律基础可根据以下方面确定：

- 国家海关法规；
- 国家有关公众辐射防护的规章；
- 国家有关公众安全和安保的规章；
- 国家有关放射性物质或危险品运输的规章。

6.2. 明确责任主管部门

最重要的是明确负责公共邮件辐射监测的国家主管部门。该责任部门可包括：

- 海关；
- 执法部门；
- 边防警察；
- 国家邮政管理局；
- 民航主管部门；
- 相关的政府主管部门。

6.3. 与项目管理工作组签约

该项目应该由在辐射防护、辐射测量、仪器测试和培训方面有经验的权威部门进行管理。一旦确定了承包商，应该提供详细邮件辐射监测项目的概要。

6.4. 邮件辐射监测项目的确定和实施

可根据下述任务确定邮件辐射监测项目：

- 确定处理辐射探测和响应的任务和责任；
- 制订邮件监测策略；
- 确定国家邮件监测场所；
- 确定适当的监测设备；
- 制订监测设备测试阶段的计划；
- 监测设备现场安装和功能测试；
- 制订响应预案；
- 现场培训当地操作人员；
- 为当地操作人员建立支持。

6.4.1. 制订邮件辐射监测策略

必须确定辐射监测策略，例如应该安装哪种类型的邮件监测设备。邮件监测策略可能包括下述各项或其组合：

- 100%筛查每件公共邮件；
- 监测邮件集装箱；
- 单件信件邮件和单件包裹的监测；
- 所有国际输入邮件和输出邮件发送的监测；
- 在所有主要交换站入口处进行监测；
- 将上述各项进行组合。

6.4.2. 确定国家邮件监测地点

主要监测地点必须与当地公共邮政运营者和第 6.2 节所规定的责任主管部门合作决定。可作为邮件监测操作地点的有：

- 交换站；

- 国内邮件分拣设施；
- 国内邮件分发设施；
- 图 1 所规定的其他地点。

6.4.3. 确定适当的设备

需要确定适当的监测设备。适合的监测系统有：

- 门式辐射监测器；
- 传送带辐射监测器；
- 个人辐射探测器；
- 中子搜寻探测器；
- 手持式放射性核素识别仪。

当前，市场上已有各种类型和型号的标准辐射监测设备[13]。如果需要专门的非标准辐射监测器，应该进行研发或对现有设备进行改造。

6.4.4. 设备测试阶段

拟安装的辐射监测设备需进行安装、调试以及现场环境调整等各种测试。一些设备甚至会在制造商交付后出现问题。测试阶段会为常规监测节约很多时间。如果使用未经测试的设备出现预料不到的问题，预计在安装阶段会耗费一些时间。

6.4.5. 监测设备的安装

应该在邮件监测地点安装已经测试的设备。

6.4.6. 响应预案的制订

应该与当地公共邮政运营者、国家责任主管部门和应急情况下的所有有关各方共同制订响应预案。本节和参考文献[20]中给出了有关响应预案的指导。

6.4.7. 当地公共邮政运营者的培训

应该在设备安装之后，对管理人员、邮政主管和邮政工作人员进行现场培训。有关培训的指导在第 8 章给出。培训应包括：

- 适当时，辐射防护基础知识；
- 监测设备；
- 常规监测程序；
- 对报警响应方面的培训。

6.4.8. 对地方公共邮政运营者的支持

在设备安装和培训计划完成之后，地方公共邮政运营者通常需要一些支持以实施监测系统和程序。

7. 培 训

现场研究已证明，即使安装高质量的设备，但如果没有对责任主管人员和工作人员进行良好的培训，仍不能保证有效的辐射监测[21]。应对应急响应工作组、责任管理人员、邮政主管和一般工作人员进行辐射防护基础知识培训，不仅是为了这些人的自身安全，而且为了公众的安全。培训应该提供适当的理论讲座和实践练习。在响应预案中，应对培训计划及其定期修订作出规定。最好是将这方面的培训纳入其他已有的应急培训机制中。

应该将下述群体或个人确定为培训的对象：

- 管理人员和决策人员；
- 适当时，邮政组织和海关组织的主管人员；
- 适当时，邮政工作人员和海关雇员；
- 应急响应工作组。

针对上述群体的适当培训和课程内容可包括下述要点：

(a) 管理人员和决策人员的认识培训

- 在公共邮件中存在的放射性物质问题的介绍，以提高责任管理人员的认识；
- 有关辐射健康危害的简要理论背景；
- 认识练习和实践练习。

(b) 对邮政工作人员和海关雇员的入门培训班。

- 有关辐射防护的信息；
- 有关监测设备的培训；
- 报警响应实际演习。

(c) 对邮政和海关主管人员的高级培训班

- 有关辐射防护的理论背景知识；
- 有关监测设备的培训；
- 放射源的搜寻和定位；
- 响应预案的制定；
- 报警响应实际演习。

(d) 对应急响应工作组的培训班

- 辐射防护方面的理论培训和实践培训；
- 有关监测设备的培训；
- 放射源的搜寻和定位；
- 响应预案的制定；
- 报警响应实际演习；
- 放射源的识别。

参 考 文 献

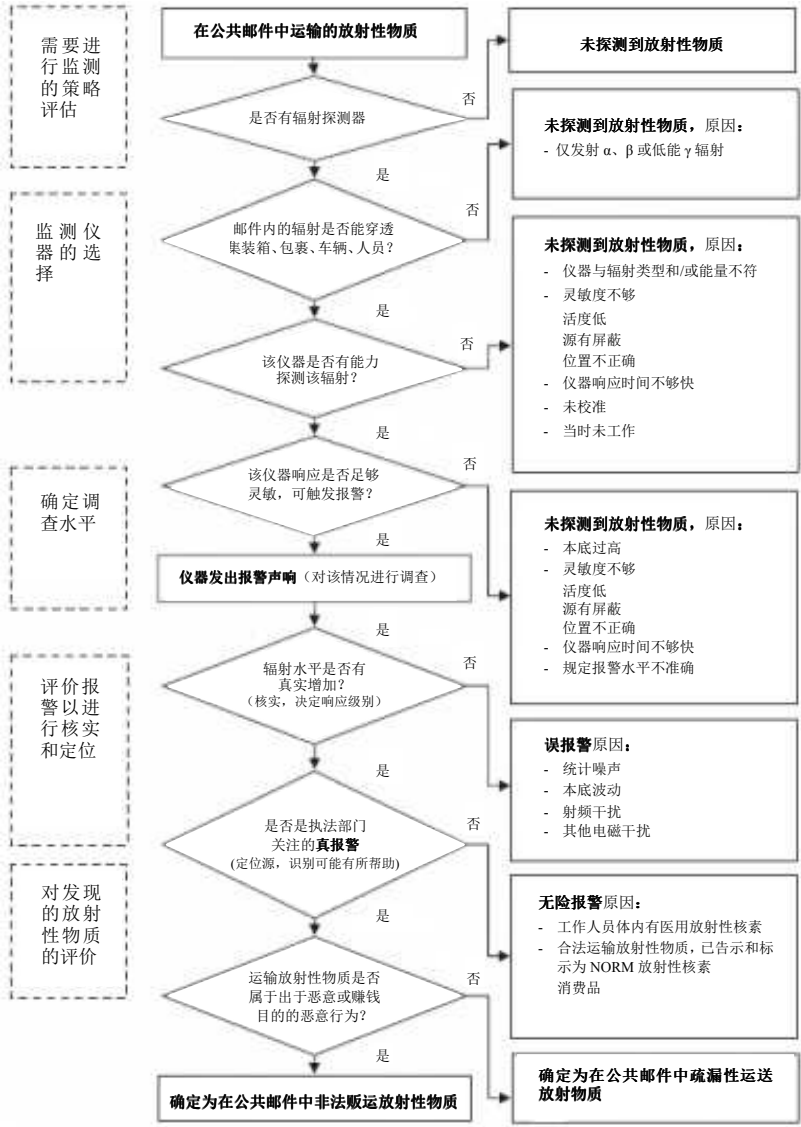
- [1] Universal Postal Union, <http://www.upu.int>.
- [2] REPUBLIC OF AUSTRIA, Staatsschutzbericht, Vienna (June 1998).
- [3] Dirty bombs: Assessing the threat, statement by the IAEA Director General, July 2002, <http://www.iaea.or.at/NewsCenter/Statements/2002/ebWP2002.shtml>
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2005 Edition, IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, IAEA, Vienna (2005).
- [5] INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, Dangerous Goods Regulations, 44th edn, IATA, Montreal (2004) <http://www.iata.org/dangerousgoods/index>
- [6] UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, ADR — European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, Rep. ECE/TRANS/160, Vols I and II, UNECE, Geneva (2003) <http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2003/ContentsE.html>
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safeguards Glossary, International Nuclear Verification Series No. 3, IAEA, Vienna (2003).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Rep. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Publication 68, Vol. 24, No. 4, Pergamon Press, Oxford and New York (1994).

- [10] UNITED NATIONS, Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Vol. 1, UN, New York (2000).
- [11] NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, XCOM database (Web Version 1.2, 1999), www.physics.nist.gov
- [12] 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).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technical and Functional Specifications for Border Radiation Monitoring Equipment, Technical Guidance, IAEA Nuclear Security Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [14] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Guide for In-Plant Performance Evaluation of Automatic Vehicle Monitors, Rep. C 1236-93, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 1201, ASTM, West Conshohocken, PA (1993).
- [15] FEHLAU, P.E., An Applications Guide to Pedestrian SNM Monitors, Rep. LA-10633-MS, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM (1986) p. 7.
- [16] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Standard Guide for Laboratory Evaluation of Automatic Pedestrian SNM Monitor Performance, Rep. C 1169-92, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 1201, West Conshohocken, PA (1993).
- [17] The Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, INFCIRC/225/Rev. 4 (Corrected), IAEA, Vienna (1999).

- [18] Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev. 1, IAEA, Vienna (1980).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Detection of Radioactive Material at Borders, IAEA-TECDOC-1312, IAEA, Vienna (2002).
- [20] BECK, P., Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program, Rep.OEFZ-GS-0002, Austrian Research Centre Seibersdorf (2000)
<http://www.arcs.ac.at/G/GS/system/itrap>
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Response to Events Involving Inadvertent Movement or Illicit Trafficking of Radioactive Material, IAEA-TECDOC-1313, IAEA, Vienna (2002).

附件一

导致对公共邮件中放射性物质进行探测的过程



附 件 二

公共邮件中的放射性物质：四种不同情景

II-1. 情景 1：公共邮件中有内部屏蔽的放射性物质

最可能的情景是在特快专递运输的屏蔽集装箱内或包裹邮件内非法运输放射源。在这类邮寄品的外部，只要其辐射高于某剂量率水平（参阅第 4 章），即可用个人辐射探测器、手持式放射性核素识别仪或门式辐射监测器进行监测评价。

各个国家都有有关单件包裹邮寄品的最大重量的规定，一般在 10~50 千克。大部分国家接受的特快专递或包裹邮件邮寄品的重量为 20 千克。

为了估计邮寄品内放射源引起的健康危害，必须考虑辐射类型和屏蔽材料，以及辐射探测器的效率。例如，放在不同屏蔽邮寄品内的两个不同的放射源，其总重量为 20 千克。在分析中，考虑两种情况下的典型辐射环境本底为 0.05 微希/时，测量的距离为 10 厘米，传送带的传送速度为 0.5 米/秒。

经很好屏蔽的放射源铯-137 或钴-60，即使是重要的质量和活度，也可在邮件邮寄品中运输，而不会对邮政工作人员和公众造成任何健康危害。在这些条件下运输的铯-137 或钴-60 源的最大可能的活度是不相同的。但是，如果货包被打开，屏蔽被拆除，两个源产生的辐射照射都有可能造成严重的健康危害，甚至死亡。

利用屏蔽非法贩运放射性物质的最坏情景是，用铅覆盖或用贫化铀屏蔽的铯-137 源或其他发射低能光子的源。关于邮政工作人员的辐射防护，应利用个人辐射探测器、手持式放射性核素识别仪或门式辐射监测器测量辐射照射量。建议用 X 射线筛选装置探测高密度的屏蔽材料。任何这类信息都应该导致对可疑运输物品的进一步调查。

II-2. 情景 2：公共邮件中无屏蔽的放射性物质

如果公共邮件中含有放射性物质但没有重屏蔽，即使货包没打开，邮政工作人员和公众也会受到照射，造成潜在的健康危害。如果在恶意行动中使用了放射性液体或放射性粉末，整个货包都有可能被污染。运输这类物件还可能造成邮政工作人员和公众的污染。在邮寄品外的 γ 放射性和中子的污染高于某剂量率水平时，可用个人辐射探测器、手持式放射性核素识别仪或 RDM 进行监测评价（参阅第 5 章）。

如果没有使用屏蔽，最可能的情景是用最大重量为 20 克（标准信件）或重至 2000 克（减低资费信件）的信件邮件非法运送放射性物质。

为了估算在标准的 20 克信件中可能运送的放射源的质量，情况 A 使用铯-137 源，而情况 B 使用钴-60 源。辐射源通常放置在一个长 10~30 毫米、直径 5 毫米的小型铁质圆罐中。标准信件的最大厚度为 5 毫米。这类圆罐通常重 1~5 克，因而余下的重量为 15~19 克。

在情况 A 中，标准信件中含有 15 克的铯-137。相应的活度大约为 50×10^{12} 贝可（1.3 千居）。距离为 1 米处的周围剂量当量率约为 4 希/时，在距离为 10 厘米处的周围剂量当量率约为 400 希/时。在情况 B 中，标准信件含有 15 克的钴-60。相应的活度大约为 630×10^{12} 贝可（17 千居）。距离为 1 米处的周围剂量当量率为 648 希/时，距离为 10 厘米处的周围剂量当量率为 65 千希/时。

在 A 和 B 两种情况下，都可能在短时间内吸入致死的辐射剂量，导致皮肤和其他人体组织的急性健康效应，并在几天后死亡。就此而言，在情况 A 和 B 中产生的温度不能忽略。为了邮政工作人员的辐射防护，可用个人辐射探测器、手持式放射性核素识别仪或门式辐射监测器在距离大约为 100 米处进行测量。

II-3. 情景 3：公共邮件中的核材料

利用公共邮政的另一个情景是非法贩运可用于制造核武器的核材料（如铀和钚的同位素）。铀和钚因发射 α 辐射而具有放射性毒性，特别是如

果吸入或食入其污染粉末，危害极大。这两种同位素都发射中子和 γ 辐射，可用手持式放射性核素识别仪或门式辐射监测器（参阅第 5 章）探测。

天然形态的铀含有铀-238（99.3%）和铀-235（0.7%）。制造核武器需要高浓缩度的铀-235。武器级铀的典型成分是浓缩度超过 95% 的铀-235。

钚是用于制造核武器的另一种易裂变材料，在天然形态下不存在。它是用天然铀在核设施中生产的。武器级钚的典型成分是含量超过 93% 的钚-239。

用第 4 章介绍的任何一种辐射监测设备都可立即探测到 20 千克重未加屏蔽的天然铀的非法贩运。对 20 千克重的天然铀或武器级铀而言，如果采用了完善的屏蔽几何形状和屏蔽材料，在距离为 1 米处有可能测不到铀的辐射，其周围剂量当量率并不会造成明显的辐射健康危害。

用第 4 章介绍的辐射监测设备可立即探测到非法贩运的武器级钚。距离为 1 米处的周围剂量当量率不会造成明显的辐射健康危害。即使使用了大量屏蔽材料，用第 4 章介绍的中子灵敏型辐射监测设备仍可探测到中子辐射。

建议使用 X 射线筛查装置探测高密度的屏蔽材料。任何这类信息都应导致对可疑运输邮件的进一步调查。

II-4. 情景 4：放射源与常规爆炸物的组合

在公共邮件中已多次观测到常规爆炸物。这类事件可导致严重的健康危害或死亡。一些安保专家已把使用放射性散布装置描述为最可能的恶意行动情景。其危害包括常规爆炸物的后果以及对公众、建筑物和环境的放射性污染。视散布的放射性物质的活度和半衰期的不同，污染可在相当长的时间内覆盖很广的区域。虽然放射性散布装置产生的效应无法与核武器相比，但其爆炸的后果仍可导致健康效应和公众的恐慌。

散布的放射性物质的最大量与所使用的爆炸物和放射性物质的量有关；有没有屏蔽材料情景都是可以想像的。虽然任何放射性物质都可与常规爆炸物组合使用，但最可能的情景是使用铯-137 或钴-60 等工业用放射

源。用第 5 章介绍的辐射探测器可探测含有屏蔽的和无屏蔽的铯-137 或钴-60 放射性物质的邮件。考虑到爆炸物的重量，必须考虑数量较少的放射性物质。

建议用 X 射线筛查装置探测高密度的屏蔽材料和爆炸物。



世界各地邮政服务机构均采取严格措施对放射性物质及其他危险品的邮寄进行监管。一些国家已建立邮件流监测程序，以探测非法运输的放射性物质。本报告描述可用于探测由公共邮政营运者和私营邮件承运人运输的放射性物质产生的 γ 和中子辐射的控制程序和设备，并讨论在探测到放射性物质的情况下应采取的适当对策和响应程序。

国际原子能机构

维也纳

ISBN 978-92-0-523210-2

ISSN 1816-9317