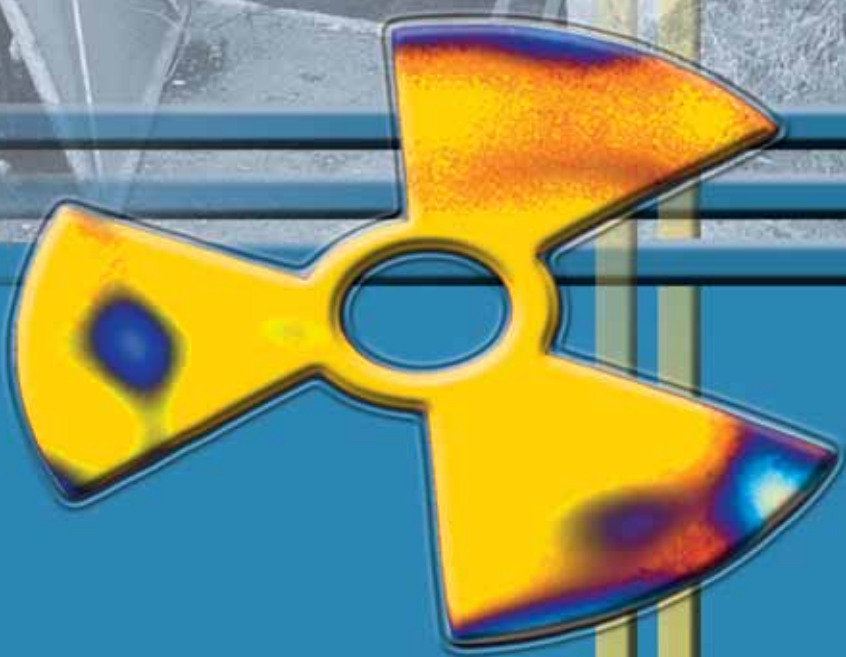


密封放射源



IAEA

政府机构需要
考虑的问题

引言

政府负有确保其公民社会和经济福祉的责任。它涉及平衡各种技术的风险和利益，其中一些技术可能涉及辐射应用。这本小册子旨在作为介绍需要政府机构考虑的一些问题的引言。在这些问题中，首要的问题是需要建立密封放射源安全和保安的适当基础结构。



- 1— 远距放射治疗设备利用强放射源治疗癌症。
- 2— 医学放射线技师。
- 3— 工业射线照相源。这种类型的源在 20 世纪 30 年代和 40 年代在美国被用于焊缝和金属铸件检查。照片来源和 1999 年版权：橡树岭联合大学。
- 4— 带有佩章热释光剂量计的工业放射线技师。佩章热释光剂量计是将热释光材料放在一夹盒中，用于测量辐射照射量。
- 5 和 6— 密封放射源（照片来源：原子能机构废物技术科 M. Al-Mughrabi）。
- 7— 由过量辐射照射引起的右手掌水泡（照片来源：原子能机构）。
- 8— 密封放射源的整备（照片来源：原子能机构废物技术科 M. Al-Mughrabi）。

密封放射源：

应用和风险

当元素的不稳定同位素以不可见波或粒子的形式释放多余能量时便产生辐射。依所释放的能量数量，这些波或粒子会在不同程度上穿透固体物质。由于这些独特的性质，辐射有着广泛的用途，例如：



- 杀死商业包装食品和医疗设备中的细菌
- 用放射性元素标记药物诊断疾病
- 治疗癌症和其他疾病
- 测绘地下水源以及勘探石油和天然气储量
- 检查制造过程中的水平或密度



目前有两种主要类型装置：产生辐射的装置和本身就具放射性的装置。能够产生辐射的装置包括粒子加速器和X光机。当切断电源时，这些装置便不产生辐射。其他装置含有带放射性的物质。这些装置总是产生辐射，但是辐射强度将随时间而自然降低。



通常称作密封源的密封放射源系指被密封在盒器中或永久性以固体形式粘接的放射性物质。装置内的密封源通常被用于提供规定的辐射剂量，例如用于癌症治疗或食品和医疗设备灭菌辐照器中使用的密封源。但是还有其他一些用途，例如，用于工业测量；为偏远地



密封放射源：

应用和风险（续）

区提供电力的放射性同位素热电发生器。检查管道焊缝的 γ 射线照相；以及勘探煤炭、石油和天然气的测井源等。



处于恶劣条件下的密封源运输容器（照片来源：原子能机构 V. Friedrich）

核材料（例如浓缩铀和钚）能够产生自持核裂变反应，而且具有放射性，但是，它们通常不被用于密封源。密封源中的放射性物质（钴、铯、铱等）不能裂变，其发射的辐射量会随着时间而降低。

装置内的密封放射源在正常使用时，其设计上要限制对用户的辐射照射量。一些密封源装置尽管具有设计安全特性，但如果使用不当仍可能产生潜在的致命辐射剂量。密封源装置的使用者必须经过培训，并且熟悉密封源的适当、安全和可靠使用的情况。在未经培训的使用者手里，这些源可能致人受伤和死亡。恶意获取和使用放射源可造成辐射照射或放射性物质的环境散布。这类事件会造成显著的社会、心理和经济上的影响。

当放射源的强度在使用上已变得太弱时，这并不意味着它是安全的。许多事故就是由于不再被用于其原有目的的放射源造成的。

已根据放射源造成严重健康影响的可能性对源的相对风险作了以下分类。

一类源能够导致短时间（几分钟至几小时）内近距离接触源的人死亡或永久伤害。一类源包括：放射性同位素热电发生器、辐照器、远距放射治疗机和固定式多束远距放射治疗机。

二类源能够导致在多于一类源的时间内近距离接触源的人死亡或永久伤害。二类源包括：工业 γ 射线照相设备和高中剂量率近距放射治疗机。

三类源能够导致在多于二类源的时间内近距离接触源的人受到永久伤害。三类源能够但不太可能导致死亡。三类源包括：固定式工业测量仪（水平测量仪、挖掘机测量仪、输送机测量仪和旋转式管道测量仪）和测井仪。

四类源可能导致在多于三类源的时间内近距离接触源的人受到临时伤害，但不太可能造成永久伤害。四类源包括：低剂量率近距放射治疗仪、测厚仪、便携式测量仪和骨密度测量仪。

五类源能够但不太可能对人造成轻微临时伤害。五类源包括 X 光荧光仪、静噪滤波器和电子俘获装置。

应对所有放射源实施实物保安措施，以避免被盗窃的可能性。对于最危险的放射源（一类至三类）需要采取分级保安方案，以确保其安全和可靠的使用和贮存。

密封放射源虽然只在少数国家制造，但是因为它们具有广泛的用途，事实上它们几乎在世界所有国家都有使用。密封源制造商必须遵守其政府的监管和检查计划。进口国政府必须确保密封源满足其国家法律和条例。如果没有这方面条例，则有可能对进口的密封源缺乏在使用、安全、保安和适当处置方面实施任何类型的监管控制。为最大程度地减少这种风险，国家当局必须建立：能够适用进口、使用和处置密封放射源的法律和条例的基础结构；负责批准与密封源有关的工作、检查密封源使用设施和执行条例的监管部门；放射源适当的登记系统；以及对事故或密封源丢失或被盜作出响应的能力。用户有责任遵守有关源的安全和可靠使用以及贮存的法律和条例。

法律和条例

为了确定对密封放射源安全和可靠使用的要求，必须建立全面的国家法律和条例。法律应对确立法律授权作出规定，根据该授权，可以建立一个国家监管部门，负责批准根据控制条例进行的密封源销售、进口、出口、使用和处置，以及检查条例的遵守和条例的执法情况。条例可以具体规定设施类型或允许持有和使用密封源的个人，并且可以要求所有用户在取得批准后方可持有和使用密封源。批准过程应具体规定密封源负责人必备的教育和培训以及设施在防止源丢失或擅自转移所采取的实物保安方面必须满足的要求。必须建立源贮存、使用或运输时的辐射监测程序。源在设施中使用时如有变更（包括源退出活性使用），用户必须通知监管部门。

《放射源安全和保安行为准则》已被原子能机构确立为主要面向政府的不具约束力的国际文书，其目的是通过国家政策、法律和条例以及国际合作实现放射源高水平的安全和保安。可在以下网址获得该行为准则：<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/code-2004-web.pdf>。

监管部门

监管部门通常被授权批准和检查被监管的活动以及进行法律和条例执法。监管部门对其活动必须有充分的法定权限（通过法律或条例），必须拥有经充分培训的工作人员以及对设施开展定期检查的充足预算。所需工作人员数量取决于使用密封放射源设施的数量。世界上大多数国家将会有更多的医疗和工业用源设施。检查是核实安全实践的主要手段。多年来，许多事故均是由于源在工业应用、管道焊接或道路作业时丢失或外国承包商在进行矿物和天然气勘探期间弃源造成的。如果没有检查这些设施的有效监管部门，就会存在伤人和造成环境放射性污染类似事故或盗窃的风险。

源存量清单

为了确保源在整个使用寿期都能得到跟踪，应当建立高活度密封放射源的存量清单。应当要求使用密封源的每个设施保持一份其建筑物内高活度源的存量清单，此外，监管部门

也应当保持一份国家或区域的密封源存量清单，以确保所有人变更时源能有案可查。这类存量清单能够有助于保持对源在整个使用寿命的监管控制。

应急准备：

安全和保安问题

国家主管部门必须随时准备应对可能因使用密封放射源出现的紧急情况。监管部门不仅要制定这种紧急情况的响应程序，而且必须要求所有用户和设施把建立地方一级、区域一级和国家一级的适当应急计划和应急报告机制作为许可证审批过程的一部分。根据所涉源的性质和活度，这类事故可能具有致命后果和造成大范围放射性污染，以及造成商业和民众的经济损失。清理和对受照射人员的监测需要大量资源，仔细制订计划以及政府各机构（例如环保、卫生和社会服务部门）之间的协调。原子能机构在应急响应和对伤员进行医学评价方面提供技术援助。但是，首先防止发生事故会产生高得多的成本效益。原子能机构定期发表对一些重大事故的调查结果，以便能将吸取的经验教训用于防止类似事故的发生。这些结果还反映在原子能机构的技术丛书和安全丛书文件中。

由于近期恐怖活动的增加，监管部门和使用或贮存源的设施必须在制订应急准备计划中考虑恐怖主义集团将源作为放射性散布装置的可能性。高活度工业射线照相源、工业辐照器、热电发生器和远距放射治疗源尤其危险。所需保安措施取决于被盗源的潜在后果。一些保安措施旨在保护源，探查对源的任何擅自接触以及在做出响应之前拖延盗窃时间。所有设施都应建立旨在防止和探查可能的盗窃事件并采取对策的程序。应就在发现源后（例如在

边境控制点发现源) 如何行动问题向海关官员提供明确指导。同样, 国家监管部门和公安部门应随时准备对这类情况做出响应。

尽管大多数密封放射源都有比较长的使用寿命，但在某个时候，必须对它们进行更换。多数拥有核电计划的国家都有一些长期贮存放射性废物的能力，这种能力也可用于贮存这类废源。没有废物贮存设施的国家所面临的重大挑战之一是如何安全地管理废源。废物管理必须确保源能够在很长的时间内保持安全，没有丢失、被窃或发生事故的风险。源的管理包括废物运营者对源的整備、定期检查源的状况和保持源的所有业务记录。

当进口源不再具有使用目的时，无论是进口商还是监管部门都有妥善管理源的长期责任。如果源不能返回给供应商，则废物运营者应当对源进行整備并将其贮存在安全的中央设施中。一些制造商可能愿意回收其供应的源。最终的解决方案是将源最终处置在经批准的处置场址。

结 论

为了从社会、健康和经济的角度平衡密封放射源的风险和利益，各国政府将需要建立一个有效控制密封放射源使用的适当基础结构。原子能机构安全丛书和技术文件可以提供有助于各国政府为确保密封放射源安全和保安建立有效基础结构的详细技术资料，网址是：
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp>。

欲了解 GS-R-1 号（2000 年）“安全标准丛书”《核安全、辐射安全、放射性废物安全和运输安全法律和政府基础结构》，请查阅：
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1093r_web.pdf



封面照片：放射源被不适当地贮存在地下掩体入口处/格鲁吉亚利洛培训中心（来源：原子能机构）。

编辑：麦丹·肯奇（原子能机构辐射、运输和废物安全处）

设计和版式：戴斯纳-库普夫（原子能机构新闻处）



IAEA

新闻处

Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

电话：(+43 1) 2600 21270/21275

传真：(+43 1) 2600 29610

电子信箱：info@iaea.org

www.iaea.org

国际原子能机构 2005 年 9 月在奥地利印制

IAEA/PI/A.79/05-09465