



IAEA

国际原子能机构

减少医用源的危險



密封放射源

引言

2000年11月，一名工作人员在法国一座核电厂上班时触发了辐射探测器报警。由于担心这名工作人员是在电厂受到了某种程度的污染，于是对他作了一次彻底的污染检查。检查结果不仅在法国，而且在全世界都引起了关注。这名工作人员本身并没有受到污染，而是发现他的手表表链有几个金属带具有放射性。进一步分析表明，表链上的钢销被痕量钴-60污染，钴-60是钴的一种放射性同位素。

手表是从其组装地香港进口的。后来查明这种污染源来自中国一家提供表链销钢的小工厂。据认为，该厂因疏忽将辐射治疗癌症患者时使用的一种远距放射治疗头装置作为废金属进行了熔化。在法国，手表是通过一家大型跨国百货公司销售的，因此，人们担心这些手表也可能进入了欧洲、亚洲和南美洲市场。幸运的是，由世界各地核监管当局所作的调查并没有发现任何类似的手表在销售。但是，要不是在法国核电厂探测到这样一块受污染的手表，很多人就可能受到低剂量辐射的照射。在中国这家工厂查获的100千克受污染的钢材就绝不可能被发现，而且有可能已经被用于制造其他消费品。

密封放射源广泛用于医学、工业和农业。这些源按设计要求使用时能够带来广泛的利益。但当这些源丢失或落入未经培训的使用者手中，所造成的后果可能同样影响深远、不幸甚至是致命的。如何能够防范丢失或发生事故

呢？如何能够在受污染材料流入消费者手中或制成其他产品之前探测出这种材料呢？

在大多数国家，产生辐射的放射性物质和活动都要受到管制。要求利用密封放射源的工作人员不仅要有适当的授权，而且还要接受必要的培训并在使用源时对处理可能产生的意外情况提供支持。尽管采取了这些措施，但事故仍在不断发生。国际原子能机构（原子能机构）已收到因超剂量辐射照射所致严重伤害或威胁生命的伤害的报告。

原子能机构在有关改进密封源安全的许多活动中一直在调查自 20 世纪 80 年代以来重大事故发生的根源，并发表了调查结果，以便他人能够引以为戒。今天，对没有得到安全贮存的源可能被盗和用作放射性散布装置的可能性的关切与日俱增。为了改进安全和保安，需要使用户和决策者掌握有关资料，因为他们的行为和决定能够从根本上防止密封源的丢失。

希望这本小册子能够为医学环境中源的用户提供有关资料，从而减少因密封放射源所致的事故和伤害，并改进这类源的安全。

吸取的经验教训

以下只不过是最近 20 年内发生的事故中少数几起案例，这些事故的原因是疏于实施良好实践、人为失误或缺乏知识导致的重伤和死亡。对这些事故的根源进行审查，发现存在一个令人担忧的相似之处。

土耳其的严重辐射事故 1993 年在土耳其首都安卡拉，三个钴-60 远距放射治疗废源已包装就绪，准备再出口到美国。这些源当时并没有立即出口，而是在未经监管当局准许的情况下贮存在公司的建筑物内。其中两个包装后来被运到伊斯坦布尔，最后被移至没有安全措施的闲置建筑物内。1998 年 11 月，这些建筑物被出售，新业主把这两个包装当作废金属卖给了两个兄弟。1998 年 12 月，兄弟俩把这两个包装带回家，并在几天内开始拆卸防护容器，直到他们和其他人出现恶心和呕吐症状。显然，被拆卸容器的部件和至少一个无屏蔽源在被送往当地一个废品场之前曾在某个时候遗留在一个居民区。直到医生怀疑患病的原因是受到辐射照射而非食物中毒时，总共有 18 人被送到医院治疗。其中 10 人患有严重的辐射综合症症状。5 人不得不住院治疗 45 天。当局在一个源被熔化之前从这个废品场回收了该源。第二个源据报道仍在其中一个包装中，至今未被回收。

对这些源没有进行适当保护和没有对废物包进行适当的定期存量检查是擅自销售得以发生的主要共因。在受到这起事故影响的人中，已经损坏的远距放射治疗头（原子能机构）。



那些试图拆卸源的人不认识标在源上的三叶形符号也是一个重要因素。未能在源被废弃后对其进行适当的废物管理是发生这一问题的根本原因。

泰国的多人死亡事故 2000年2月，在泰国北揽发生的一起严重事故造成了多人伤亡和广泛的关注。在监管当局显然不知情或未经其准许的情况下，一个钴-60 远距放射治疗废源被贮存在通常用于存放新汽车的未采取安全措施的露天建筑物。据称，当地两个回收废品的人买下了包括这个源在内的一些废金属，并将其带回家中拆卸并倒卖。后来，他们把部分拆卸的远距放射治疗探头运到一个废品旧货栈，一位雇员在那里用焊枪将防护罩割开。在防护罩被割开时曾位于近旁的人开始出现恶心和呕吐。触摸过这种裸露金属一些部件的人开始受到灼伤般损伤。几天后，症状愈加恶化。直到过了约 10 天后，一些人才开始求医治疗。到医疗当局报告它们怀疑是辐照事故时，已经过了大约 17 天的时间。这起事故导致 10 人受到辐射损伤，其中三人尽管接受了治疗，但还是在头两个月内死亡。住在该废品旧货栈周围 100 米内的约 1870 人受到照射，有多人接受了医疗观察。卫生部正在继续对住在该废品旧货栈周围 50 米内的其中约 258 人进行监测，以查明事故造成的长期健康影响。

调查表明，造成这起事故的根本原因是废源责任方没有对废源进行妥善保存。但是，与前述案例一样，要是那些获得远距放射治疗

探头的人认识三叶形辐射符号，他们就很可能不会试图拆卸它，结果也就不会受到辐射照射。

密封放射源的常见医学应用



医学应用中使用的密封源通常强度非常高。因此，它们有可能造成重伤和威胁生命的伤害。

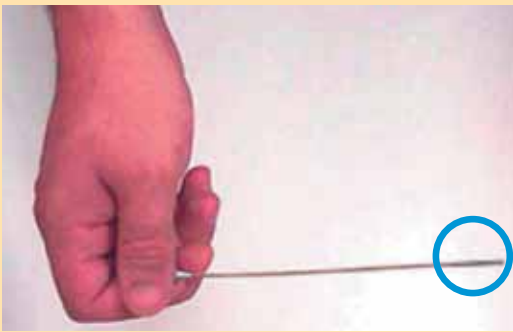
密封放射源在若干医学应用方面常用于诊断和治疗疾病。最常见的应用之一是远距放射治疗，这种治疗方法是将精确的辐射剂量施放到人体某个适当确定的部位。虽然一些较老设备可能使用铯-137 作为辐射源，但远距放射治疗通常使用的是钴-60。远距放射治疗设备能够安全和有效地用于杀死肿瘤，但在这样做时，必须要正确地安装、校准和维护，而且只能由熟练的工作人员在辐射肿瘤学家的监督下使用。源也可能需要定期更换。源的更换只能由

远距放射治疗设备——500太贝可钴-60（原子能机构）。



持有许可证的源供应商来进行。进一步管理废源的首选方案是将源返还给供应商。如果不能这样做，就应当将废源移交受权的废物管理组织进行贮存和处置。

密封放射源的另一个常见医学应用是近距离放射治疗。与远距放射治疗不同，在近距离放射治疗中，放射源与患者直接接触，可通过外科手术直接植入肿瘤内或利用专门设备远程植入。为了减少对患者和医务人员的照射危险，远程载荷是更经常采用的方法。除了采取常规措施减少对患者和卫生人员的照射危险外，由于近距离放射治疗是将源植入体内，因此必须谨慎从事，以确保在治疗完成后不要将源留在被植入体内。根据制造商的技术要求，一些近距离放射治疗源需要每 10 年至 15 年更换一次。这不仅需要在更换和移动期间采用适当的辐射防护程序，而且也需要采用适当的程序和设施永久地处置所有近距离放射治疗废源。



近距离放射治疗的一个实例是用于植入患者鼻腔以收缩淋巴组织的施镭器。施镭器右端很小的莫内尔金属器盒载有约 1.8 吉贝可（50 毫居里）镭-226。

照片来源和版权，1999 年：橡树岭联合大学。

防范源的丢失和被盗

尽管在使用密封辐射源时适当的培训和经验能够减少辐射照射的危险，但绝大多数严重事故系由丢失或被盗的源所致。良好的操作实践和程序能够从根本上防止源的丢失或被盗，从而减少这类事故。

- 保持所有辐射源的适当记录，包括同位素、活度、制造商和负责人姓名。
- 建立对所有源的有效核算系统，包括：定期检查实物存量库存以确认源的位置、经常检查存放在容器中的所有源以及出库、使用或返还时的移动日志，以便对源进行跟踪。
- 按照制造商的建议定期维护和保养设备。
- 确保所有源的安全，以防盗窃。

近距放射治疗

- 应用期间，将屏蔽容器放在治疗区，以便在一旦将源从患者身上临时取下时能够对其进行安全存放。
- 当在施治器中使用源时应小心谨慎，确保可靠地关闭或盖上施治器。
- 将放射针缝合在患者体内以防松动。
- 确保从患者身上取出的源的数量与植入的数量相同。
- 在完成治疗后用剂量测量仪对辐射进行监测，以确保患者体内、治疗区或病房没有遗留源。
- 如果没有对源进行衡算，则应在**处置前**对患者的敷料用品和排泄物进行放射源监测。
- 如果仍然不能对源进行衡算，则应对治疗病房的所有容器（脏敷料箱、洗衣篮等）进行放射性监测。必要时，对治疗病房到洗衣间或废物回收区或其他可能区域的可能通道进行放射性迹象监测。
- 使用后尽快将源返回贮存设施，并使用屏蔽容器运送。

应急规划

密封放射源的所有用户都应制定一项应对源的损坏、丢失或被盗等紧急情况的应急计划。该计划应详细指定处理紧急情况的负责人、必须联系的人员和如何获得外部援助。

废物管理

对废密封放射源如果不加以妥善贮存、整備或适当处置，它本身就是一个随时可能发生的故事。当源不再有用时，若可能，应对其进行永久处置。保存旧源以防万一（作为正在使用源的备用源等）并不是一个好的做法。这些源常常被遗忘，而且没有进行适当的泄漏试验，并最终可能丢失或被盗。不再使用的源应当送往国家放射性废物处理设施（废物运营者）。

临时贮存在下述情况下是可以接受的：设施能够安全防范丢失或盗窃；对源进行适当整備以便改进其屏蔽和稳定性；以及对临时贮存的源进行适当记录和定期实物盘存。但是，在医院或其他医疗设施不可能进行可靠的临时贮存。鉴于这种源有可能被盗窃，必须确保采取良好的保安措施。

当源不再有任何用途时，应通知负责的监管当局，并通过以下任一方法做好处置安排：

- 可能时，将源返还制造商进行处置；
- 在持有许可证的废物处置设施对源进行处置。

若这两种办法都不可能时，则应采取以下措施：

在持有监管当局批准的许可证的临时废物处理和贮存设施对源进行整备和安全贮存。

即使废源被包容在远距放射治疗头内，也需要出于安全管理的目的对源进行整备。建议将远距放射治疗废源返还制造商或送往持有许可证的废物处理设施。

所有废源的记录应说明管理这些废源的方式。应按照监管当局的要求保存这些记录并应遵循废物运营者的技术程序。

结 论

防止密封放射源事故的最有效手段是养成减少源丢失或被盜可能性的工作习惯。使用源的专业人员有责任在他们与放射源打交道的每时每刻都能采取必要的步骤保护公众、环境和自己免遭事故的严重后果。不再使用的源应当尽快移交废物运营者。



封页照片：正在对患者进行治疗的远距放射治疗机/V.弗里德里希，辐射安全和运输安全科（原子能机构）。

欲了解密封放射源或一般辐射的更多情况，请您与当地的监管当局联系。国际原子能机构网站 (<http://www.iaea.org>) 也提供有关信息。

编辑：麦克·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.81/05-09485