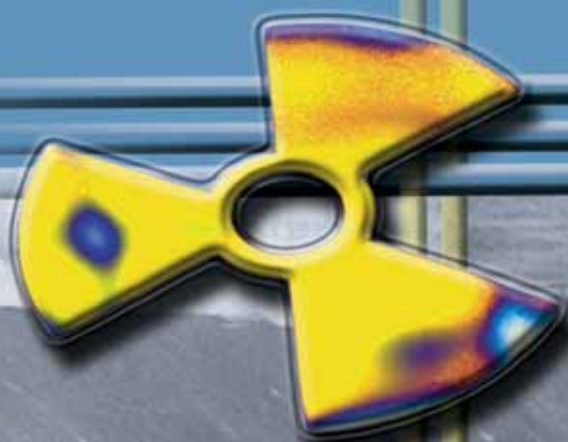




IAEA

国际原子能机构

减少
废金属工业中的
危险



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照射，于是对他作了一次彻底的放射性污染检查。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是一种放射性形式的金属钴。

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治疗头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，由世界各地核监管部门所作的调查并没有发现有任何更多的手表销售。但是，要不是在法国核电厂探测到这块受污染的手表，许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。这些源按照设计要求使用时能够带来广泛的利益。但当这些源丢失、放错地方或被盗时，它们同样也会带来深远、不幸的后果，甚至死亡。怎样防止丢失？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监管。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出现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）已经收到涉及密封源的严重伤害或有生命威胁的伤害的报告。

原子能机构在有关改进密封源安全和保安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。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防止丢失的源成为废金属，从而减少事故的发生。希望这本小册子能够提高那些参与回收、处理、进口或熔化废金属的人员对这些潜在问题的认识，以减少因密封放射源造成的事故和伤害。

吸取的经验教训

以下事故只不过是过去 20 年里发生的事故中的少数几起，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，发现存在一个令人忧虑的相似之处。

土耳其的严重辐射事故 1993 年在土耳其安卡拉，三个钴-60 远距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，新业主将这两个包装作为废金属卖给了两个兄弟。1998 年 12 月，兄弟俩将这些包装带回家，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。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，曾在一个居民区大约遗留了两周。直到医生怀疑患病的原因是受到辐射照射而不是食物中毒时，总共有 18 个人被送到医院治疗。其中 10 人患有严重的辐射综合症症状，其中 5 人不得不住院 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内，至今未被回收。

调查发现没有对这些源采取适当保安措施和没有进行适当的定期存量检查是擅自销售这些包装得以发生的主要共因。那些试图拆源的人不认识标在源上的三叶形辐射符号也是一个

损坏的远距治疗头（原子能机构）。



重要因素。如能将这些源移交给一个合格并有许可证的废物营运者，这类事故本来是可以避免的。

西班牙的污染事故 1998 年 5 月，位于西班牙洛斯巴里奥斯的一家不锈钢厂将一个未被察觉的铯-137 源投入阿切里诺克斯电熔炉内熔化。结果，蒸气被一个过滤器系统捕集，造成已收集的 270 吨粉尘受到污染。作为其例行维护工作的一部分，这些粉土被送到两家工厂进行处理。其中一个工厂接收了 150 吨，然后将其用于一项湿地稳定工艺，结果导致受污染物质的总量增加到 500 吨，同时也污染了这块湿地。6 月初，大门口的一台监测器对运送粉尘后返回的一辆空载卡车发出了警报，从而使这起事件初露端倪。几天后，在法国南部和意大利北部也探测到铯-137 水平偏高。

虽然这起事件的放射学后果很小，只有 6 个人受到轻度铯-137 污染，但其经济、政治和社会后果是严重的。据估计，用于净化和废物贮存以及受影响公司停业所涉及的总费用超过 2500 万美元。

这起事故的根本原因是铯源失控以及那家钢厂没有在装卸接收的废金属时检测丢失的源。

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并引起广泛关注。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，他们将部分拆卸的远距治疗头运到一家废品旧货栈，一名雇员在那里用焊枪将防护罩割开。那些在割开防护罩时曾在一旁呆着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类似灼伤的伤害。几天后，症状更加恶化。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射事故时，从该源裸露后算起已经过去了大约 17 天。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。住在距该废品旧货栈 100 米范围内的约 1870 人受到照射，其中许多人都接受了医疗观察。卫生部正在继续对住在该废品旧货栈周围 50 米内的其中 258 名人员进行监测，以了解事故可能造成的长期影响。

调查表明，造成这起事故的根本原因是废源没有得到安全贮存。然而，与前述案例一样，要是那些获得作为废金属的远距治疗头的人能认出三叶形辐射符号，他们就可能不会试图拆卸它，结果也就不会受到辐射照射。

探测放射源的措施

这些事故表明，了解放射性物质带来的潜在危害和识别可能有放射性的物质十分重要。较小的公司和独立的废金属商如果不建立适当的检测系统和程序来检查废金属来源，并且，如果它们不对其工作人员进行有关识别国际

符号的培训，它们则尤其会遭受这种风险。那些与废金属打交道的人应能识别用于表明存在辐射的标志。

异常重的金属物体可能含有放射源

高强度密封放射源通常置于很重的容器内，因为用来屏蔽其放射性的金属的密度很大。为了阻挡 γ 射线，要采用很重的金属容器（铅、钨或贫化铀）。这种屏蔽用来保护那些操作源的工作人员和运输期间的旁观者。



上左：交换容器（原子能机构）。
密封放射源/M. 埃尔-穆加贝（原子能机构）。

放射源有标签

“三叶形”是用来标明源、容器或装置的国际正式辐射符号。除三叶形符号外，也可能刻印有“放射性”字样。



某些用来运输源的容器上还标有放射性数量或防护容器类型方面的其他信息。某些源，例如用于杀死肿瘤的细针，因为太小而不可能标有任何符号，但是，将会在盛装它们的容器上贴上标志。

张贴表示建筑物内存有含密封源的典型装置的印刷材料（例如广告画）将能经常提醒工作人员存在放射源的潜在危险。

监测收进废金属的放射性

已经有若干国家在入境口岸安装了监测设备，以便在入境之前探测未申报的放射性物质。许多大型废金属场和铸造厂也利用辐射探测器对大批收进的废金属进行放射性迹象检查。改进有关废金属来源的记录也可有助于减少未被探测到的放射性物质的危险。

辐射探测器



防止辐射照射、污染和经济损失

除了照射的危险外，熔化放射源也可能污染设备，从而需要昂贵的净化和长期的废物管理，甚至中断商业活动。建立探测放射性物质的程序最符合铸造厂和钢厂运营者的利益。

程序和宣传

如果发现或怀疑有放射性物质，工作人员需要知道怎么做和与谁联系。运营者应当制订守则程序并设法确保让工作人员了解这些程序。应将相关机构的应急电话号码张贴出来并经常更新。

被遗弃的放射性同位素热发生器



在一废金属场进行去污工作

培 训

应向所有负责收集、运输和处理废金属的工作人员提供现有辐射监测和放射性物质检查程序方面的经常性培训。培训应包括如何识别辐射符号。



一旦发现可疑材料

寻求帮助

如果发现可疑材料，应立即与应急人员或主管监管部门联系。保护附近的人员不受辐射照射。为了减少辐射危险，应记住以下三点：

- 时间，
- 距离，
- 屏蔽

限制呆在辐射源附近的时间

限制呆在任何放射性物质附近的时间将能减少辐射照射总量。

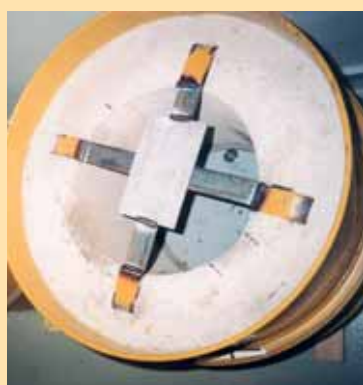
尽量远离放射性物质

辐射强度及其影响随着与源的距离而急剧减少，因此，一定要尽可能多地保持你与源的距离。

屏蔽能减少辐射照射量

水泥块、铅、钢和其他金属等屏蔽材料能阻挡由放射性物质产生的辐射。经过适当培训的人员利用屏蔽来减少其受照辐射量。

欲了解更多信息，请与贵国监管当局联系。



照片来源：M. 埃尔-穆加贝，废物技术科
(原子能机构)。

结 论

防止密封放射源事故的最有效手段是养成能够从根本上减少源丢失的可能性的工作习惯。然而，如果发生丢失，那些在废金属工业工作的人员必须能探测出源，以防止将其当作废金属使用和污染其他金属。



封面照片：正在切割受污染物件以便从一家废品旧货栈的仓库中运走。照片来源：巴西国家核能委员会。

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.83/05-09515