

# 减少 放射性散布装置威胁



Charles D. Ferguson

*光堵塞放射源保安系统的漏洞是不够的。  
需要对高风险放射源进行一体化的终生控制，  
以防其落入坏人手中。*

**2001**年“9·11”恐怖分子袭击事件警示世人，专门的保安方法不能提供充分的保护。“基地”组织分子利用美国交通安全系统中的一些缺陷，在2001年9月1日劫持了4架商用飞机。

“基地”组织还曾打算制造和使用放射性散布装置(RDD)来发动放射恐怖主义活动。这种装置一般称为“脏弹”。它不是核武器，一般不会造成大规模杀伤。但是会将放射性微颗粒大面积散布。虽然因受到典型放射性散布装置的电离辐射照射而不久死亡的人即使有也很少，但是许多人可能恐慌并且因为害怕放射性而感到恐怖。

医疗、工业和科学研究中使用的商业放射源之类的一般放射性物质，可能成为放射性散布装置的装料。虽然早在“9·11”袭击事件发生以前IAEA就已经努力改善放射源保安，但在事件发生以后IAEA开始迅速增加其为防止这些物质成为恐怖分子制造放射恐怖活动的工具所做的努力。IAEA总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪经常谈到为放射性物质建立终生保护体系的必要性。虽然IAEA和一些成员国已经在为建立这样的体系而努力，但是为就放射源保安建立一个一体化的、多

层次的和合作性的保护体系，还要想更多问题，做更多工作。(见方框：全球呼吁更强有力的控制。)

## 确定优先次序

面对恐怖分子制造放射威胁的可能性的增加，辐射安全和核监管官员们不应试图对一切放射源要求高水平的保护。这些源大多数不需要这种水平的保安。全世界使用的几百万个放射源中，只有一小部分内在的安全风险较高。这意味着，在放射源的整个保安体系中，针对这些源的保安措施是不难采取的，并且能够得到迅速改善。不过，这类源的绝对数量有数十万个，也就是说，保安官员要应付一个艰难的挑战。

决定一种放射源安全风险大小的因素，包括使用的普遍性、放射性含量、轻便性和可分散性。一般地说，一种源被用得愈广、放射性愈强、愈轻便和愈可被分散，它的安全风险就愈高。例如，含有相对大量的放射性铯-137、并且由易分散的粉末构成的氯化铯，肯定属于高安全风险化合物类。如果这种物质被装入轻便容器，在没有适当的保安措施的情况下，窃贼或恐怖分子很容易拿到和运输这个放射源。

虽然全世界的放射源中使用的不同放射性同位素有几十种,但是大概只有8种放射性同位素具有使包含它们的源达到最高安全风险水平的特性。(每种化学元素(例如铯)有一些不同的形式,这些形式被称为同位素。一种元素的不同同位素具有相同的化学性质和不同的核性质。被称为放射性同位素的不稳定同位素,最终将通过释放出辐射转变成稳定同位素。)

在保安上关系最重大的放射性同位素包括反应堆产生的镅-241、镭-226、铯-137、钴-60、铀-235、钚-238和钚-239,以及天然镭-226。这些放射性同位素大多数半衰期(放射性物质的放射性衰变一半所需要的时间)为几年到几十年。(经过7个半衰期,放射性物质的放射性会衰变到其初始量的1%以下。)因此,大多数高风险放射源,将在一般人寿命的大部或全部时期内,释放出其大部分放射性。这就是使用这些物质的放射性散布装置为什么会增加对人类健康的风险水平的部分原因。

---

### 应优先改进最高风险放射源的保安

---

对人类健康的另一些风险因素,来自这8种放射性同位素释放出的电离辐射。这些同位素中有4种(镅-241、镭-226、钚-238和钚-239)主要释放 $\alpha$ 粒子辐射,但因为 $\alpha$ 粒子被人体皮肤的死皮层阻挡住,它主要通过食入或吸入对健康造成内部危害。另外的放射性同位素中的3种(铯-137、钴-60和铀-235)引起高能 $\gamma$ 辐射的发射,并且因为这种辐射能够容易地穿过人体皮肤的死皮层将造成外部和内部健康危害。钚-239,高安全风险清单上最后一种放射性同位素,因为发射高能 $\beta$ 粒子,在无屏蔽时可能会造成外部健康危害。但是,它主要是一种内部危害,因为如果被食入它将浓

集在骨中。

除镭-226外,这些放射性同位素经常有许多应用,包括远距疗法癌治疗和近距疗法癌治疗、血液和食品辐照、工业射线照相、测井,以及平面和厚度测量。高安全风险放射源一般含有几居里(或几百吉贝可)的这些放射性同位素。

IAEA在其2000年7月首次出版的《辐射源分类》和其他的机构文件和说明中已经认识到,应优先改进安全风险最大的放射源的保安,例如上述的那些放射源。许多成员国的监管机构也已把对这类放射源的保安改进作为重点。一个有效的放射源保安体系需要什么呢?

### 建立多层次的和一体化的保安体系

绝对完善的保安体系并不存在。在一个保安体系中的一些不完善处被人利用之后,管理部门往往反应过度,在堵塞这个体系中暴露出来的漏洞的同时往往忽视其他的漏洞。虽然修补这样一些漏洞是必要的,但是这种工作应该与建立一个多层次的和一体化的保安体系结合起来进行。

多层次的保安体系意味着设立多道屏障,以减小发生放射恐怖行为的可能性。保安屏障愈多,阻止恐怖分子获取放射性物质的可能性愈大,抓获恐怖分子的机会就增加。在只有一层保护的情况下,死心塌地的恐怖分子很可能找到绕过这个屏障的途径。多几层保护就会挫败恐怖分子突破保安体系的企图。

一体化的保安体系意味着,适当的保安层次可以为高风险放射源寿期的每个阶段提供保护。这个寿期从核反应堆中生产放射性同位素开始。(虽然粒子加速器也生产许多放射性同位素,但是这些同位素往往寿命短,因此不具有高安全风险。另一个例外,正如以上所讨论的,是天然的镭-226。)

大多数同位素生产堆是政府所有的研究堆,尽管也存在一些私有的同位素生产堆。政府所要求的标准

的保安措施，一般能为反应堆场地提供强有力的保护层次。这些保护层次通常包括栅栏、卡车路障、出入控制点和警卫。

放射性同位素生产出来后，要加工成放射源。这种加工活动大部分在反应堆场地上进行。因此，在这个循环阶段，对场地的保护层次是适用的。

在将这种放射性物质从反应堆和加工场地中运出时，这种放射性物质便脱离了环绕这些设施的实物保安体系。不过，已为高放射性物质的大批货运采取严格的保安措施。多层次的保护包括连续地监视货运和发生保安问题时向执法官员迅速报告的多种手段。

例如在美国，核管理委员会（NRC）在确定额外的保安要求时要与运输部密切协调。为确定运输业遵守美国安全标准，核管理委员会经常进行检查，并且在2001年“9·11”事件约1个月后增加了检查频度。一些保安专家建议调查运输人员有无犯罪史。

放射性同位素的生产者和加工者负责把放射源运输到那些制造用于盛装这种源的设备的公司。对这些设备制造设施的保安，往往基于用来保护贵重物品的标准行业措施。虽然这些保安办法一般能提供适当的保护，但是它们可能不像用来保卫大批货运的措施那样严格。监管机构应该进行频繁的检查 and 随机检查，以便确保在设备制造场地有足够的保安。

源的寿期中的下个阶段是被用户使用，例如用于食品辐照、医疗器械消毒、医院中的癌治疗、工业射线照相、地质工作现场测井或大学科学研究。因为食品辐照和医疗器械消毒使用大量的高放射性物质，从事这些活动的设施通常采取最严格的保安措施。对从事其他应用活动的设施的保安，一般基于用来保护贵重物品的标准实践。这些实践可能需要若干层保护，包括限制出入、派警卫把守、放射源不用时要锁闭，以及确保放射源使用时由可靠人员监视。

保安的脆弱性在很大程度上源于设施和应用的类

型。例如，许多医院和大学之类的一些设施，出入人多并且是专门向公众开放的。另外一些设施，例如许多利用射线照相和测井技术的工业场所，通常位于遥远和相对而言不可到达的地方。这种状况可以减少怀有恶意的个人找到和夺取放射源的可能性。不过，一些行业，尤其是石油业的跨国性质，可能增加放射源丢失或被窃的可能性。

放射源一旦不再被需要用于其预定功能，便被称为废源。废源由于所含放射性物质的性质能够在相当长的时期内仍然保持相当大的活度，并且因此成为重大的安全隐患。

理想的情形是，用户在源不再使用后不久，将源送到由源的主要制造者或政府运营的安全并具有保安措施的处置设施。高的处置费用和缺少适当的处置设施可能会阻碍用户迅速和适当地处置废源。废源在用户设施存留的时间愈长，愈容易被窃和转用。

主要制造者往往规定一些以订购新源换取处置的手段。不过，如果公司停业或停止提供处置服务的话，这种通向适当处置的途径会被切断。

政府运营的处置设施能够为安全地处置废源提供另一种手段。不过，许多国家的确没有这类处置库，或者只有将只接收某些类别废源，例如具有较低放射性水平的废源的贮存场地。

为建立适当的全球处置库提出的一种概念是，建立一些可被地区内各国分享的地区设施。不过，取得对这种处置库建造的认可可能很难，除非各国能够确定一种公平的责任分担办法。例如，没有处置库的国家可以考虑比拥有处置库的国家多支付费用，作为在其境内不建处置库的交换条件。一般而言，为给处置设施筹集资金，总是要有一种有效的收费办法。一种建议是，让用户在放射源采购过程中支付源处置费用的一部分或全部。

那些没有按照理想办法最后在处置库中安全处置

---

的放射源，就有可能变成孤儿源。孤儿源因丢失、被盗或被弃而脱离监管控制。它们使安全和保安体系失效。例如，美国 200 万个源中约有 50 万个可能已经不再需要，并且因此容易变成孤儿源。

虽然在许多像美国这样发达的工业化国家中存在孤儿源，但是这个问题在前苏联解体出来的国家中最严重。据估计，这个地区散布有几千个高风险孤儿源。这个地区的非法贩卖和恐怖活动进一步增加了安全风险。

集中处理这个问题的多层次防御体系将依靠IAEA及其成员国开始做出的努力。尤其是，去年在IAEA、俄罗斯原子能部和美国能源部之间开始的旨在追查孤儿源的三边倡议，有望成为这个领域中的合作典范。为实现这一目的，所涉各方需要高度的政治支持、足够的资金、适当的探查设备，以及对前苏联放射源记录的彻底检查。

一个多层次和一体化的防御体系还包括另一些要素，即确保使用者的合法性，以及在边界道口以及一些重要地点使用辐射探测器。为核对使用者的合法性，管理部门应对有关进口、出口和国内活动进行详细的审查。

## 争取合作保安

放射源工业的一些官员，担心保安费用将不断攀升并且永远不会降下来。如果这个过程是惟一起作用的经济动力，那么放射源制造业与非放射性替代物的制造业相比将处于不利地位。在这个假设情景中，更多的保安费用可能致使一些放射源公司停业。另一种可能性是这些公司为了生存，可能减少保安费用。这两种情景都会导致不希望有的后果。

改进放射源保安不一定会导致业务损失。公司和监管者应该继续相互密切合作，建立一个不会摧毁业务的保安体系。一个真正多层次和一体化的防御体系

能够给消费者灌输信心。这种信心然后会使人们更多地接受放射源，从而促进放射源业务的增长。

使用者还应在决定是买放射源还是买非放射性替代物的时候考虑正当化原则。辐射防护的这个重要原则权衡的是使用一个放射源的好处和风险。有时候，非放射性替代物能够提供同样的好处，而且安全和保安风险不大。另一些时候，放射源可能比非放射性替代物更适合具体的应用。

工业界和政府应该考虑建立一些可能开展旨在加强放射源保安研发活动的公私伙伴关系。这种研究的一部分，应该涉及体系分析、探寻保安体系的脆弱性和确定建立多层防御的途径。

---

### 为放射源保安建立一个一体化的、 多层次的和合作性的防御体系 仍然需要想更多的问题和做更多的工作

---

核工业界、政府和IAEA在力争为放射源建立一个一体化的、多层次的和合作性的有效保安体系的过程中，面临许多挑战。虽然这些挑战令人胆怯，但是优先考虑对高风险放射源的保安改进，将有助于减少放射性散布装置袭击的风险。

---

Charles Ferguson是以蒙特雷国际关系学院不扩散研究中心(CNS)华盛顿办事处为基地的驻地科学家。他与 Tahseen Kazi 和 Judith Perera 合著了《商业放射源：调查保安风险》，即 2003 年 1 月发表的 CNS 不定期论文 No.11。本文的一些部分以此论文为基础。电子信箱：Charles.ferguson@miis.edu。

## 全球呼吁更强有力的控制

来自 120 多个国家的 700 多位代表 2003 年 3 月聚集于维也纳，呼吁对放射源，尤其是能够被恐怖分子用于制造“脏弹”的放射源，实施更强有力的国家和国际保安措施。

国际放射源保安会议的结论是：“脱离保安和监管控制之下的高风险放射源，包括所谓的‘孤儿’源，引起严重的保安和安全问题”。“脆弱的和危险的放射源的安全和有效管理所需要的有效的国家基础结构，对确保这些源的长期保安和控制是必不可缺的。”

在许多国家中，对广泛用于医疗和工业中的放射源的监管控制仍然不够严格。美国 2001 年 9 月遭恐怖袭击后，全球对放射源的保安和安全的忧虑增加。人们担心一些放射源会被恐怖分子用作放射性散布装置，即所谓的“脏弹”。

国际原子能机构总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪博士在会议开幕时说：“‘9·11’以后，对源的保安更加紧迫。”他说：“世界各地使用的放射源有几百万个。大多数放射源是很弱的。我们所关注的是防止强放射源被窃或失去控制。”

为有效地对付所谓的脏弹造成的潜在的恐怖主义威胁，会议要求提出新的国际倡议，其目的是促进在 IAEA 的主持下，对世界各地的高风险放射源进行定位、回收和保安。会议还要求在 IAEA 领导下开展一次协调的全球活动，实施目前为考虑保安问题而正在修订的《放射源安全和保安实施规范》中的原则，以便完善适当的辐射安全和保安控制基础结构。各国还应该坚持 IAEA 已经颁布的国际《基本安全标准》中所含的保安相关原则。

会议就处理保安问题、鉴定高风险源和加强政府行动以便把放射学风险减至最低限度提出一些具体建议。其中，重要的建议有：

✓ 所有国家实施高风险放射源定位、寻找、回收和保安国家行动计划；



美国能源部长 Spencer Abraham, IAEA 总干事埃勒巴拉迪和奥地利外交部长 B. Ferrero-Waldner 在 3 月的会议上。(来源: Calma/IAEA)

- ✓ 加强高风险放射源非法贩卖探查、阻止和响应措施；
- ✓ 开展公众宣传活动，促进立法者、源使用者和公众更好地了解实际威胁和对辐射紧急情况做出适当响应；
- ✓ 所有国家和 IAEA 开展协调的活动，加强当前各国和国际社会对高风险放射源的可能恶意使用做出积极响应的安排。

美国能源部长 Spencer Abraham 在会议上说：“防止恐怖分子得到他们制造这些放射性散布装置武器所需要的放射源，是我们极其重要的工作。”他说：“我们的政府必须行动起来，鉴定所有正在使用和已经被废弃的高风险放射源。我们必须教育我们的官员和一般民众，提高对这些危险放射源的存在和它们被滥用的后果的认识。”

国际放射源保安会议于 2003 年 3 月 10 日至 13 日在奥地利维也纳的霍夫堡宫举行。美国能源部部长 Spencer Abraham 主持会议。会议由俄罗斯联邦政府和美国政府共同主办，由奥地利政府承办。IAEA 与欧洲委员会、世界海关组织、国际刑警组织 (ICPO-Interpol) 和欧洲警察局 (Europol) 合作，组织了这次会议。

欲了解更多信息，包括会议文集，请访问 IAEA 网址：<http://www.iaea.org/worldatom/Press/Focus/RadSources/index.shtml>。