

# 恐怖袭击的威胁——放射医学与防护面临的挑战

叶常青

摘要: 介绍了涉及核及辐射恐怖事件的类型、不同类型事件的特征、袭击的后果, 阐述了美国在危机处置和后果处置两方面的工作要点, 提出了在后果处置方面需要深入研究的课题。

关键词: 核及辐射恐怖事件; 危机处置; 后果处置

中图分类号: TL77 文献标识码: A

## Threats from terrorism attack——Radiological medicine and protection being confronted with challenge

YE Chang-qing

( Institute of Radiation Medicine, Academy of Military Medical Science, Beijing 100850, China )

**Abstract:** The categories, characteristics and consequences of terrorist incidents involving radioactive materials was introduced. The key functions of crisis and consequence management in the response of counter terrorism were also addressed. Meanwhile, the additional research and/or development needed for consequence management were noted, too.

**Key words:** radiological terrorism; crisis management; consequence management

“9·11”事件的漫天烟尘给全世界公众心灵蒙上了阴影。核及辐射也是恐怖主义分子选择的攻击手段之一, 针对这种威胁, NCRP(美国辐射防护与测量委员会)在1999年着手起草了《涉及放射性物质恐怖主义事件的管理》的第138号报告, 于“9·11”事件后当年10月份出版<sup>[1]</sup>; 同时, 由NRC(美国国家研究委员会)反恐科技委员会起草的《国家安全——科学技术在反对恐怖主义中的作用》供修改用版本也于2002年3月公布<sup>[2]</sup>。这二本专著启示我们, 放射医学与防护正面临一个新的挑战。本文结合相关资料, 对此问题作一概述。

### 1 事件特征

以恐怖主义为目的的核与辐射威胁分为三大类: 核武器、IND(临时制造的核装置)以及涉及核辐射的袭击, 它们具有不同的事件特征。

#### 1.1 核武器

收稿日期: 2002-10-21

作者简介: 叶常青(1933-), 男, 军事医学科学院放射医学研究所(北京, 100850)顾问, 研究员, 长期从事放射毒理与辐射防护研究。

目前, 已有多个国家拥有核武器。人们担心, 如果在核武器的保管上失控, 被恐怖主义分子所利用, 将构成对目标国家的威胁。一旦这种由国家拥有的核武器成为恐怖主义分子实施袭击的手段, 则将产生灾难性后果。

#### 1.2 临时制造的核装置

恐怖主义分子可以利用窃得的或某种渠道转移到手的SNM(特殊核材料)钚及HEU(高浓缩铀)在“家庭作坊”条件下制作IND, 或称“CNW(粗糙核武器)”, 因为在公开的资料中就可获得为建造可供工作的核装置所需的技术知识。

估计全世界约有450吨散在贮存的钚及1700吨HEU, 如果它们被窃和转移且被恐怖主义分子利用, 可对目标国家构成严重威胁。此外, 通过精心设计, 也可实现能隐蔽的小规模生产计划, 经几年运行而生产出足够量的核材料, 为制成核装置创造首要的物质条件。

#### 1.3 涉及核辐射的袭击事件

可以通过多种手段实施这类涉及核辐射的袭击事件, 包括从地面或空中袭击NPP(核电厂)、研究

用反应堆及乏燃料贮存处, 爆炸放射性散布装置, 投放辐射源或放射性废物等。

(1) 有些国家的核电在能源供应上占相当的比例, 例如美国有103个核动力反应堆正在运行, 分布于65个场址, 所生产的核电占全美供电的20%左右, 而NPP目前的设计基础并未考虑大型民航飞机的高速攻击、具有高爆炸威力的小型飞机的空中攻击以及具有高爆炸威力火箭的地面攻击。如果袭击规模足够大, 则可能有潜在的严重后果。内部破坏也可成为核电厂恐怖事件的因素之一。研究用反应堆也可成为恐怖袭击的对象。2002年, 美国有36个研究用反应堆正在运行, 分布于23处, 但由于功率小, 故受袭击后的潜在后果要小于动力堆。

(2) 乏燃料贮存设施也会受到恐怖袭击的威胁。估计目前约有42 000吨乏燃料贮存于为冷却和防护目的由加固混凝土构筑的贮存水池内, 另约有3 000吨则在低压惰性气体条件下贮存于不锈钢及混凝土制成的桶内, 然后放在加固的水泥地面上。由于干式贮存系统的牢固性, 它在受到恐怖袭击时较少或不会有放射性释出。

(3) 在国民经济不同行业中已采用了各种各样辐射源。在美国核管会注册登记的辐射源有近200万枚, 其活性每枚可在MBq至PBq量级范围, 一般是 $\gamma$ 辐射源, 也有 $\alpha$ 或 $\beta$ 辐射源。所谓“RDD(放射性散布装置)”(有称“脏弹”), 就是用常规炸药与核材料或放射性物质相结合的一种装置, 藉爆炸或其他非核方法将放射性物质散布开来, 是恐怖主义分子制造事件的一种手段。除此以外, 也有采用一般手段投放一些低水平辐射源, 引起公众的恐慌, 如将辐射源置于公众聚集的场所或散布于建筑物通风系统、城市饮用水源等。由于这些辐射源为数众多, 高度分散在世界各地, 有的国家或地区控管不力, 故易为恐怖主义分子所利用。

(4) 放射性废物也可用于RDD。一些大型放射性废物库通常有较严密的保安措施, 但是由一些企业、大学或医院产生的低水平废物的贮存或转运, 保安措施并不严密, 可能出现被恐怖主义分子利用的漏洞。

## 2 袭击后果

人们已经熟知, 即使是一个小当量的核武器爆炸, 除了由冲击波和热辐射造成重大破坏, 还会有

来自爆炸瞬间电离辐射及以后由落下灰辐射引起的严重后果。由于技术上的困难, 由亚国家组织(subnational organization)制造的CNW的爆炸威力将小于10kt TNT当量。威力分别为0.01、0.1、1和10 kt TNT当量核武器地面爆炸时, 50%死亡的杀伤半径依次为250、460、790和1 200 m, 局部落下灰影响的范围会更广。

大威力的爆炸(如同“9·11”事件那样的袭击)可将核反应堆、乏燃料库、核燃料处理设施、放射性物质运输车辆及高放射性废物库中的放射性物质散布到大气中去, 受影响地区由于放射性物质污染造成的公众健康危害可能类同于1986年前苏联切尔诺贝利核电厂事故所致的结果, 但范围要小。研究用反应堆中的放射性物质贮存量要比动力堆小得多, 故受袭击后的影响程度也会小些。RDD的使用可造成几百平方米范围内放射性污染, 地区受到明显放射性污染时会干扰救援工作。在此时, 对辐射损伤受害者的医学处理除了实施现场抢救、受照情况评估、放射性污染消除及专科住院治疗, 还会使社会公众受到程度不等的心理影响。以“脏弹”形式实施恐怖袭击或者在公众经常停留的场所放置(投放)辐射源或放射性废物的发生可能性很高, 尽管它很少可能由于放射性引起人员死亡, 但是它对社会经济生活的干扰以及引起公众恐慌的破坏作用是很大的。

根据1986年前苏联切尔诺贝利核电厂事故以及1987年巴西戈亚尼亚 $^{137}\text{Cs}$ 源污染事故的经验, 估计受到核与辐射恐怖袭击后, 对社会不同水平(个体、家庭、社区乃至整个国家)的公众心理将产生显著的负面影响。例如, 事故后众多居民忧于可能受照而即刻寻求医疗机构协助, 相当多的人在事故后几年仍存在PTSD(创伤后应激障碍)。忧虑恐惧、身心脆弱、信心丧失将在大范围内出现, 成为后果处置中十分重要内容。一般来说, 公众心理的这种影响并不与他本人实际受到的辐射损伤成正比。应急/清除工作人员、儿童、孕妇、年轻母亲、老人、精神病人和残疾人等将是这些心理效应的高危人群。有时来自污染地区的居民会被视为“瘟疫之源”而受到歧视。WHO(世界卫生组织)十分重视这种由人为灾难引起的心理社会学后果<sup>[3]</sup>。

### 3 响应处置

在美国,对涉及放射性物质的恐怖事件的响应分为危机处置和后果处置两部分来实施。两者的界限有时是模糊的,有时是重叠的。由于两者职能不同,故美国为减少核与辐射恐怖袭击损失的各项技术措施也是分这两方面建议的。

#### 3.1 危机处置

危机处置只考虑事件的原因,包括肇事者身份、动机、能力及使用的手段,它是针对恐怖分子的阴谋而去体现法律意志的一种行为,包括确认、获取及计划所需的资源的使用,用于预测、防止和/或消除恐怖主义的威胁。此外,还包括对公众健康和安全的保证。相对于其他类型的恐怖主义威胁而言,对核威胁的处置必须立足于抓最早阶段。

在危机处置方面,美国十分重视国际合作,除了做好本国及敦促他国保管好现有核武器,还积极推广应用MPC&A(SNM的保安、控制及衡算)技术,从源头抓起,以实施更有效的控制;呼吁重新检查各核大国核武器安全情况,提出对过度贮量的HEU采用稀释的方法,将 $^{235}\text{U}$ 丰度从20%降至4.4%;建立国家级SNM探测网,防止SNM越国界走私入境;提高溯源能力,以便及时弄清恐怖袭击事件中武器的属性及其来源;加强核设施受袭击后的毁损预估,加固某些薄弱环节,修订反应堆运行参数及操作规程,以减轻受袭击后果;加强辐射源的实体管理,建立为发现和搜索辐射源的国家监测体系等。

#### 3.2 后果处置

后果处置是考虑事件的后果,所以会延续很长时期。针对事件的效应或可能潜在的效应,去采取措施保护公众健康、安全 and 环境,去恢复政府的基本服务职能,去缓解或解除社会生活及个人受恐怖主义袭击的后果的影响。

在后果处置方面,以目前的核电厂事故应急响应计划为基础,针对恐怖事件对其中内容进行修订,以便更好地适应核与辐射恐怖袭击的处置,尤其在城市。应特别提出注意:(1)医学资源的快速动员;(2)野战医院的紧急部署;(3)公众防辐射和落下灰知识的普及;(4)去污技术的应用等。

在反核与辐射恐怖事件中,美国继续采用国际公认的对应急响应人员的剂量限值;继续采用按事

件发生后早、中、晚期不同的干预水平选用隐蔽、呼吸道防护、服用稳定性碘、撤离、出入通道控制、避迁、人员去污、地区去污及控制食品和饮水等手段对公众实施防护。

在反核与辐射恐怖事件的对策中,减轻社会公众心理影响具有重要的作用。因为这类袭击事件后PTSD的发生率十分高,此外由于家庭成员和至亲好友的伤亡导致很复杂的心态,悲伤、抑郁、自悔和自尊均会发生。WHO特别提倡对这类心理创伤按不同阶段不同层次进行临床干预<sup>[3]</sup>。对紧急救援人员除了采取剂量监督和个人防护措施,也应采取轮换、轮休及提供休息场所等方法改善其应激能力。用晤谈及预防性训练等方法来减轻不良的心理影响。

做好公众信息交流是核与辐射恐怖事件后果处置的一个重要环节,NCRP及NRC均建议应充分利用不同媒体,在国家层次指定可信任的发言人,统一口径及时将确切和有用的信息告知媒体和公众,消除误传,增强信心。要预先将公众关心的问题列出条目,给予科学的答复。

为了做好后果处置,NCRP认为有四个方面工作需要作进一步研究:(1)坚固易用、量程较大的辐射探测仪器和剂量计,尤其用于查出SNM;(2)疗效好、毒性小的辐射损伤预防药物;(3)快速、灵敏的生物剂量计;(4)适用于不同阶段心理影响的干预措施,尤其对高危人群。

#### 参考文献:

- [1] NCRP. Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material. NCRP Report No. 138 [M]. Bethesda, Maryland: National Council on Radiation Protection and Measurement, 2001.
- [2] NRC. Nuclear and Radiological Threats. In 《Making the Nation Safer—The Role of Science and Technology in Countering Terrorism》, Chaptre II [M]. Prepublication Copy. Washington D.C.: Committee on Science and Technology for Countering Terrorism/ National Research Council, 2002.
- [3] WHO. Public Health Management: Psychosocial and Clinical Interventions. In 《Managing the Psychosocial Consequences of Disasters—Training Modules》, Module II [M]. Geneva: Department of Mental Health/ World Health Organization, 2002. 1-53.