

## 加强放射源安全综合管理技术支撑系统的研究与建设

岳保荣, 赵兰才, 范瑶华

中图分类号: R148 文献标识码: C 文章编号: 1004-714X(2003)03-0191-02

【摘要】 由于放射性物质的潜在危险性, 世界各国和有关国际组织特别重视他的安全管理, 特别是近年来加强了放射源安全管理技术支撑系统的研究与实施。据不完全统计, 我国现有密封型放射源 5 万余枚, 装源总活度达到  $5.0 \times 10^{17} \text{Bq}$  (1 350 万 Ci), 其中, 闲置源大约 7 000 余枚, 拟退役源大约 4 000 余枚。1988~1998 年全国发生的放射事故共 332 起, 丢失放射源事故大约占 80%, 共丢失 584 枚放射源, 其中 256 枚 (占 44%) 放射源至今仍未找回, 存在着严重的潜在事故照射隐患。针对国内管理现状, 借鉴国外的放射源管理经验与教训, 笔者建议: 第一, 进一步加强现有法规和标准的贯彻与实施, 严格放射源许可、贮藏和运输等管理制度; 第二, 建立不同级别的放射源数据库, 特别要建立完整的国家数据库; 第三, 放射防护管理部门与国内供货厂家、海关等部门之间建立良好的通报制度; 第四, 切实解决拟退役放射源的处置问题; 第五, 要建立相关环节的技术规范, 从放射源的销售、运输、使用、贮藏到退役、送废物库等环节都要有核素鉴别、活度测量、源强分类、登记造册、适时通报等技术规范作保证; 第六, 加大放射性知识的普及宣传。

【关键词】 放射源; 安全管理; 技术支撑

随着原子能事业的发展, 放射性同位素技术在工业、农业、医疗卫生、科研等领域得到了广泛应用, 如石油测井、工业探伤、辐射育种、食品辐照、工业料位计量和疾病诊断治疗等。特别是近年来, 随着改革开放的不断深入, 社会主义市场经济的逐渐形成, 放射性同位素技术的应用和放射源的供求更是获得了突飞猛进的多元化发展。据不完全统计, 全国现有密封型放射源 5 万余枚, 装源总活度达到  $5.0 \times 10^{17} \text{Bq}$  (1 350 万 Ci) 其中, 闲置源大约 7 000 余枚, 拟退役源大约 4 000 余枚。

放射性同位素技术在给人类带来巨大经济效益、推动科技发展和造福于人类的同时, 由于安全防护方法不当或放射源失控等原因, 也会造成对人体的伤害, 甚至造成灾难性的后果。据不完全统计, 1988~1998 年全国发生的放射事故共 332 起, 平均每年发生 30 余起, 1993 年最高达到 44 起。在这些事故中, 丢失放射源事故大约占 80%, 共丢失 584 枚放射源, 其中 256 枚 (占 44%) 放射源至今仍未找回, 存在着严重的潜在事故照射隐患<sup>[1]</sup>。放射事故不同于其他事故, 有它的特殊性。第一, 由于人们对放射性知识不很了解, 导致一种情况是对放射性所致的损伤一无所知, 甚至一般的医生对造成危及生命的放射病都感到陌生, 以为是什么恶性传染病。另一种情况是一提

到放射源马上就联想到原子弹, 对放射事故过分敏感。这两种情况都会在社会上一定范围内造成恐慌和混乱。例如 1992 年山西忻州事故就属于前者, 要把井中的放射源转移到其他地方, 在缺乏钴-60 放射源有关资料的情况下, 组织倒装放射源。由于倒源不彻底, 致使一民工在拆除存放<sup>60</sup>Co 源井时, 在井旁捡到一个圆柱形钢体 (正是遗留下来的放射源), 以为是什么好东西便放在上衣口袋内, 上午捡到, 中午便感到恶心、呕吐, 陪同捡源者看病的哥哥和父亲也相继受到照射而发病, 医治无效, 3 人死亡。医院怀疑是恶性传染病, 整个村庄笼罩着恐怖气氛, 并很快蔓延到周边村庄, 一时间传言四起, 人心惶惶, 严重地影响了当地人们的正常生活和正常的社会秩序。重庆大学丢失的放射源, 虽然强度较小, 失落后均已找回, 未造成人身损害, 但却引起该校师生的盲目恐惧和骚动, 发生了一些过激行为。造成了很坏的社会影响。第二, 生命和经济损失严重。人体若受到大剂量照射则会导致死亡, 如前面提到的山西事故, 死亡 3 人; 牡丹江放射源被盜事故造成 332 人受照, 1 人死亡。不仅危急生命, 而处理事故以及治疗受照病人都需要大额的费用, 有的事故造成了严重的经济损失。第三, 国际关注, 影响我国的国际形象。2000 年 10 月, 国际原子能机构 (IAEA) 通报我国及 IAEA 成员国, 称一位在法国核电站工作的人员, 在法国巴黎家乐福超市购买的中国广东造、经香港出口手表中含有很强的<sup>60</sup>Co 放射性。后据国内专家调查确认, 手表中的放射性是因存放于铅容器的<sup>60</sup>Co 放射源, 随铅容器被作为废钢铁转卖到小型不锈钢厂, 被熔炼后用于制造手表链造成的。

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088  
作者简介: 岳保荣 (1953~) 男, 山西人, 副研究员, 主要从事辐射防护与放射诊断质量保证

- [11] P. Bernardi, M. Cavagnaro, S. Pisa. Evaluation of the SAR distribution in the human head for cellular phones used in a partially closed environment [J]. IEEE Trans. on EMC, 1996, 38 (3): 357-366.
- [12] S. Watanabe, M. Taki, T. Nojima, et al. Characteristics of the SAR distributions in a head exposed to electromagnetic fields radiated by a hand-held portable radio [J]. IEEE Trans. on MTT, 1996, 44 (10): 1874-1883.
- [13] 刘亚宁. 电磁生物效应 [M]. 第一版. 北京: 北京邮电大学出版社, 2002, 222-223.
- [14] R. F. Cleveland, J. T. W. athey. Specific absorption rate in models of the human head exposed to hand-held UHF portable radios [J]. Bioelectromagnetics, 1989, 10: 173-186.
- [15] Q. Balzano, O. Garay, F. R. Steel. Heating of biological tissue in the induction field of VHF portable radio transmitters [J]. IEEE Trans. on VT, 1978, 27 (2): 51-56.

- [16] L. Cristoforetti, R. Pontali, L. Cescatti, et al. Quantitative colorimetric analysis of liquid crystal films (LCF) for phantom dosimetry in microwave hyperthermia [J]. IEEE trans. on BE, 1993, 40: 1159-1164.
- [17] A. W. Guy, C. K. Chou, B. Neuhaus. Measurement of shielding effectiveness of microwave protective suites [J]. IEEE Trans. on MTT, 1987, 35: 984-994.
- [18] J. G. Bruno, J. L. Kiel. Synthesis of diazolumelanin (DALM) in HL-60 cells for possible use as cellular-level microwave dosimeter. bioelectromagnetics, 1994, 15: 153-328.
- [19] 李缉熙, 牛中奇. 生物电磁学概论 [M]. 第一版. 西安: 西安电子科技大学, 1990, 217-220.
- [20] A. W. Guy. A quarter century of in Vitro research: a new look at exposure methods [J]. Bioelectromagnetics, 1999, 20: 21-39.

(收稿日期: 2002-09-26)

由此可见,放射事故的频繁发生,特别是丢失放射源事故,不仅使国家财产和人民的生命安全遭受损失,影响事故发生地区的社会安定和放射性同位素技术应用产业的可持续发展,而且,会受到国际关注,有时会影响我国的对外贸易和国际形象。已引起我国的高度重视,要求严加管理。另外,美国 9.11 恐怖事件之后,防止利用炸药和放射性物质制造“脏弹”的反恐怖行动也列入了一些国家和国际组织的议事日程,我国也不例外。“脏弹”利用常规爆炸装置播散放射性物质,除直接造成人员伤亡外,还使大片地区遭受放射性污染,是进行辐射恐怖的主要手段。“脏弹”具有易于制造、放射性物质污染分布广泛的特点,其构成的威胁不容低估。

由于放射性物质的潜在危险性,世界各国和有关国际组织特别重视他的安全管理,特别是近年来加强了放射源安全技术支撑系统的研究与实施。

20 世纪 40 年代开始,美国就把放射性同位素广泛应用于医学领域,但直到 60 年代停止使用这种同位素时,绝大多数用户没有被纳入监督管理范围之内,故造成停用后许多放射源丢失、被盗以及闲弃失控,在公共场所甚至在人行道上都发现过放射源。这种情况引起了美国政府的高度重视,不断制定法规标准,强化管理,同时,加大了公益研究的力度,政府主管当局、各州以及民间组织逐步建立了放射源数据库。据美国致命核辐射危险数据库介绍,该数据库的内容包括:所有运行的、关闭的和建造之中的核反应堆,包括核动力船;美国核管会发的和经核管会同意由州政府发的所有许可证;所有经能源部、核管会和环保局鉴定的污染场地;所有达到一定量的临界物质的许可证;所有放射性物质贮藏、运输和处置的许可证;所有已知的(放射性)垃圾场,包括水下;所有以前的铀矿和后处理厂;所有重要的进口港;所有已知的核武器配置;所有大于 10 008 Ci 的辐照装置。该数据库还在进一步的完善。1983 年以来,美国的一些钢厂发生熔化放射源的事故 30 余起,造成惨重的经济损失,为此,钢厂付出了二千三百万美元的事故处理费。通过深入的研究,现在美国的大多数钢厂都安装了放射性探测器,以避免含有放射性物质的废旧金属混入钢厂。失控放射源的潜在危害一直困扰着美国主管当局,1997 年他们开始实施一项对失控放射源的新计划,主要内容包括:①对失控的密封型放射源进行核素种类鉴别和活度测量;②调查研究放射源管理中存在的问题以及替代原放射源安全控制和处置的体系;③与用户发展一种友好和容易维护国家放射源数据库的关系;④研究高效低成本处置失控放射源的方案;⑤最广泛地普及识别放射源的知识,摸清现有用户不再需要放射源以及放射源处置选择的情况。另外,主管当局不断地扩展和完善已有的放射源数据库,并要求放射源供货商每季度向放射防护主管部门报告购货人的有关情况,目的是从源头抓起。不断地加强宣传教育与培训也是他们安全保障体系中的重要一环。总之,由于美国主管当局对放射源安全的高度重视,通过不断地开展深入的研究和采取有效的技术管理措施,已建立了较好的放射源安全保障体系,并且在不断地完善和创新。

IAEA 新闻中心于 2002 年 6 月 24 日发布了题为“世界放射源监管不善”的消息。IAEA 指出,全世界几乎每一个国家都能找到制作“脏弹”所需的放射性物质,并且超过 100 多个国家缺乏对这些放射性物质的保护,甚至缺乏发现其被盗所必需的控制和监测程序。IAEA 总干事呼吁:对放射源“终生”要注意防恐怖或被盗。IAEA 希望世界上对放射源监管不善的 100 多个

国家积极行动起来,加强对放射源的监管。

从 20 世纪 60 年代开始,我国陆续发布了若干管理法规和技术标准,1989 年国务院发布了《放射性同位素与射线装置放射防护条例》,规定对放射工作实行许可管理,多年来,各级卫生防护机构在放射源监督管理方面做了大量的工作,取得了明显成效。但是统计数据表明,我国的放射事故呈逐年上升的趋势,丢失、被盗放射源的事故时有发生。实践证明,仅仅依靠行政法规是不能完全解决问题的,必须加大技术支撑的研究和建设,行政管理与技术支撑紧密结合,才有望有效地降低事故的发生。我国的技术支撑研究和建设比较薄弱,主要表现在如下几个方面:第一,没有对全国放射源进行过全面彻底的调查,文化革命期间的混乱和单位的变迁,造成登记帐目丢失损坏。特别是近年来随着改革开放的深入,出现了放射源交易的多样性,国外的放射源多渠道进入我国,部分放射源没有纳入管理部门的管理范围。第二,行业调整以及企业关、停、并、转后,闲置和废弃的放射源易处于失控状态,一些原用户已不复存在,即使存在,一些原用户无力对放射源实施有效的保管,而一些用户又无经济能力将放射源送废物库,安全无保障。第三,全国没有完整的放射源数据库,无法实施数字化信息动态管理,停留在原始管理方法的层面上,更谈不上资源共享问题。第四,有宏观的管理规定,缺少部门相关环节的技术规范。第五,缺乏深入浅出,图文并茂适合于对公众宣传的材料,包括声像资料。

为了在全国范围内大大减少放射事故的发生,减少人员受照和经济损失,进一步促进放射性同位素技术应用的可持续发展,我们认为必须加强适合我国国情的放射源安全综合管理技术支撑体系建设。首先,进一步加强现有法规和标准的贯彻与实施,严格放射源许可、贮藏和运输等管理制度。第二,建立不同级别的放射源数据库,并形成完整的国家数据库,最终实现资源共享和数字化信息动态管理,其基础工作是要进行全面的、细致的放射源的调查,真正摸清清楚在用的放射源、闲置的放射源、拟退役的放射源核素种类、活度、保存地点等。第三,放射防护管理部门与国内供货厂家、海关等部门之间建立良好的通报制度,真正做到放射源卖到哪里,哪里的防护管理部门就能知道该放射源的下落,无论是国内供货,还是海外进口,要把每一枚放射源都纳入其管理范畴。第四,切实解决拟退役放射源的处置问题,放射性废物库不能很好地解决,则严重地影响放射源的安全管理,现在相当一部分事故的发生在某种程度上就是闲置或废放射源所致,该送废物库的则由于经费原因而送不了,自己保管一是没有合适的地方,二是没有严格的规章制度或不能严格执行规章制度,三是安全措施跟不上,最终导致放射源丢失、被盗事故的发生。第五,要建立相关环节的技术规范,从放射源的销售、运输、使用、贮藏到退役、送废物库等环节都要有核素鉴别、活度测量、源强分类、登记造册、适时通报等技术规范作保证。第六,加大放射性知识的普及宣传。制作图文并茂适合于对公众宣传的材料,包括声像资料,通过不同的媒体渠道,广泛地宣传普及放射性相关知识。

参考文献:

- [1] 卫生部卫生法制与监督司、公安部三局.全国放射事故案例汇编[M].北京:中国科学技术出版社,2001.

(收稿日期:2003-03-02)