

大型  $\gamma$  辐照装置的辐射监测与防护评价郭仕源<sup>1</sup>, 李 阳<sup>1</sup>, 曾民生<sup>1</sup>, 郑 彬<sup>2</sup>中图分类号: TL75<sup>+</sup>2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2013)04-0077-03

**【摘要】** 目的 研究辐照室外围  $\gamma$  辐射水平随辐照室内辐射场强增加的变化特点及个人受照剂量安全性。方法 对深圳金鹏源和上海金鹏源工作场所辐射水平监测及放射工作人员个人剂量的监测记录进行统计分析。结果 辐照室外墙的辐射水平没有明显变化, 而辐照室产品出入口辐射水平有一定幅度增加, 总体都满足低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的国家标准要求。放射工作人员人均年有效剂量总体上小于  $1 \text{ mSv/a}$ 。结论 大型  $\gamma$  辐照装置工作场所对放射性工作人员以及对环境辐射所产生的影响是微不足道的。规范大型  $\gamma$  辐照装置的运行维护, 能够有效控制人均年有效剂量处于较低的辐射安全水平, 满足环保要求。

**【关键词】** 安全性; 年有效剂量; 大型  $\gamma$  辐照装置

我国  $11.1 \text{ PBq}$  以上的  $\gamma$  辐照装置上世纪末仅 50 多座, 近十年来发展迅速, 截止 2008 年底, 已发展到了 140 座<sup>[1]</sup>,  $37 \text{ PBq}$  以上的装置超过 30 座。近年北京、广州、杭州等地都相继投产  $148 \text{ PBq}$  或以上辐照装置, 辐射加工产业处于稳定发展阶段。随着我国大型  $\gamma$  辐照装置近十年来发展迅速, 部分装置的钴源保有量不断逼近设计容量。深圳市金鹏源辐照技术有限公司(以下简称深圳金鹏源)目前拥有 5 座设计容量  $148 \text{ PBq}$   $\gamma$  辐照装置, 含有一座投产不久的  $222 \text{ PBq}$  新  $\gamma$  装置。其中最早投入运行的一座大型辐照装置位于深圳罗湖区, 商业化运行时间最长。由于  $\gamma$  辐照装置放射源活度较大, 辐射防护与设备安全运行管理尤为重要, 辐射安全首先是放射工作人员工作的场所是否安全。以下通过对深圳金鹏源布心辐照厂和上海金鹏源工作场所辐射水平监测及放射工作人员人均年剂量当

量的监测记录进行跟踪回顾, 从侧面分析我国大型  $\gamma$  辐照装置工作人员受照剂量及对环境的辐射安全性。

## 1 大型辐照装置监测情况

深圳金鹏源布心辐照厂辐照装置是一套进口设备, 设计能力  $148 \text{ PBq}$ , 于 1987 年正式投产。装置连续运行 25 a, 共计加源 17 次, 累计活度  $241.6 \text{ PBq}$ 。前期钴源活度逐年递增, 近 3 a 维持自然衰减态势。最高钴源保有活度达  $120.6 \text{ PBq}$ 。辐照厂涉及被纳入放射性工作的人数在不同时期略有差异, 由 10 人向 22 人递增。根据国家对个人职业照射剂量监测要求, 该辐照厂从投产开始, 就对每位放射工作人员实行个人剂量监测, 每 2~3 个月由省或市职业卫生监测部门提供检测结果。图 1 是该厂 1987~2011 年钴源保有活度和人均年有效剂量的变化态势。

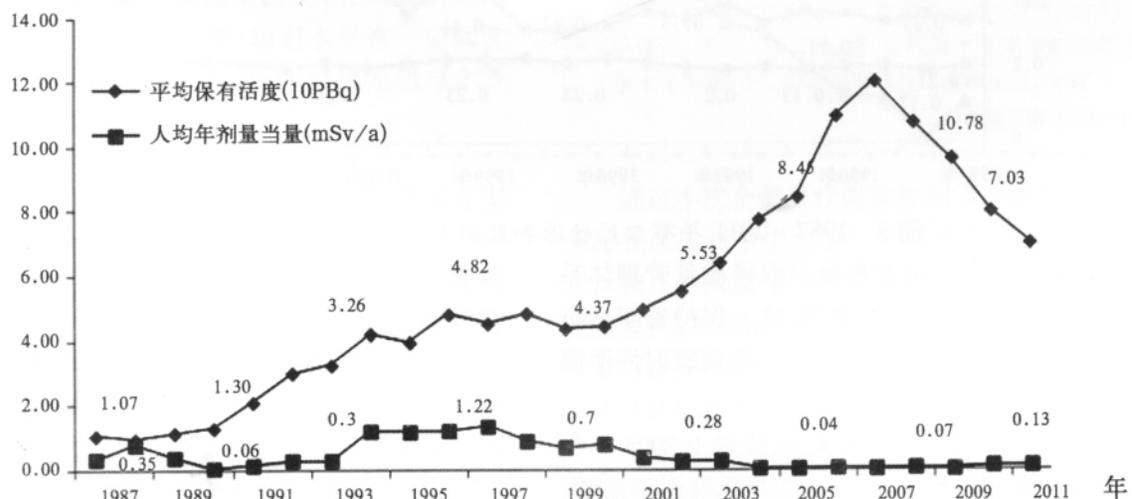


图 1 1987~2011 年布心厂钴源活度和人均年有效剂量的变化曲线

从图 1 中看出, 随钴源活度的增加, 人均年有效

剂量最低  $0.10 \text{ mSv/a}$ , 最高  $1.26 \text{ mSv/a}$ , 其中 1994~1998 年数据出现较高值, 连续出现人均年有效剂量  $1.18 \sim 1.26 \text{ mSv/a}$ , 主要因为有关监测部门因仪器精度原因, 仪器检测下限偏高, 存在人为放大成份。

作者单位: 1 中金辐照股份有限公司, 广东 深圳 518019; 2 上海金鹏源辐照技术有限公司, 上海 201700

作者简介: 郭仕源(1953~), 男, 广东深圳人, 高级工程师, 从事辐射加工技术与安全管理工作。

布心辐照厂投产开始同时启用水处理装置净化井水,1990 年起规范操作。广东省及深圳市环保监测部门每年两次定期对抽样井水监测。

图 2 为该厂 1990 ~ 2011 年钴源保有活度和井水检测结果的变化对比。

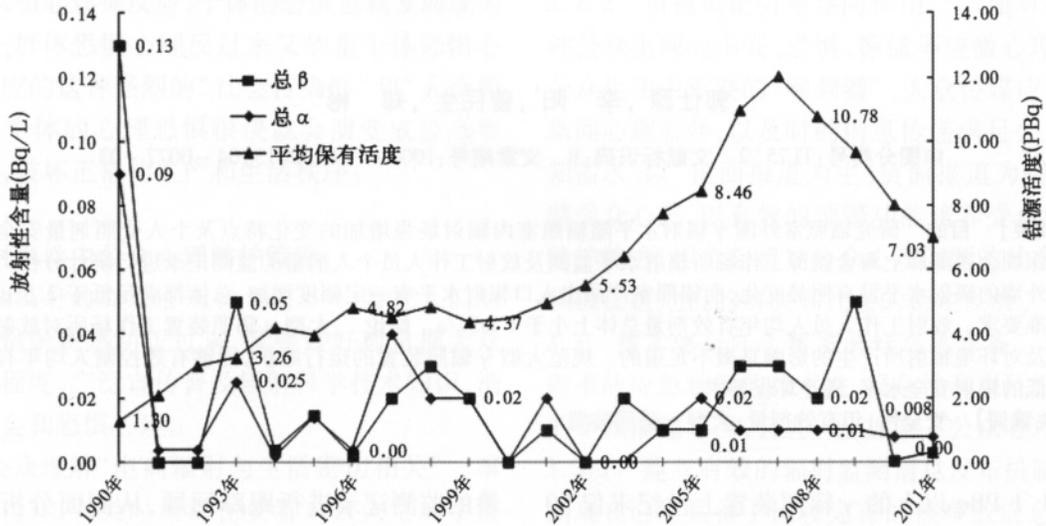


图 2 1990 ~ 2011 年布心厂钴源活度和井水检测结果的变化曲线

从生物屏蔽体外围辐射环境监测数据看,布心厂内部人员及厂外人员靠近辐射场强较大且频率相对较高的监测点分别是外墙监测点“21”和产品入口监

测点“10”。图 3 是该厂 1987 ~ 2011 年钴源保有活度和监测点“21”和“10”的变化比较。

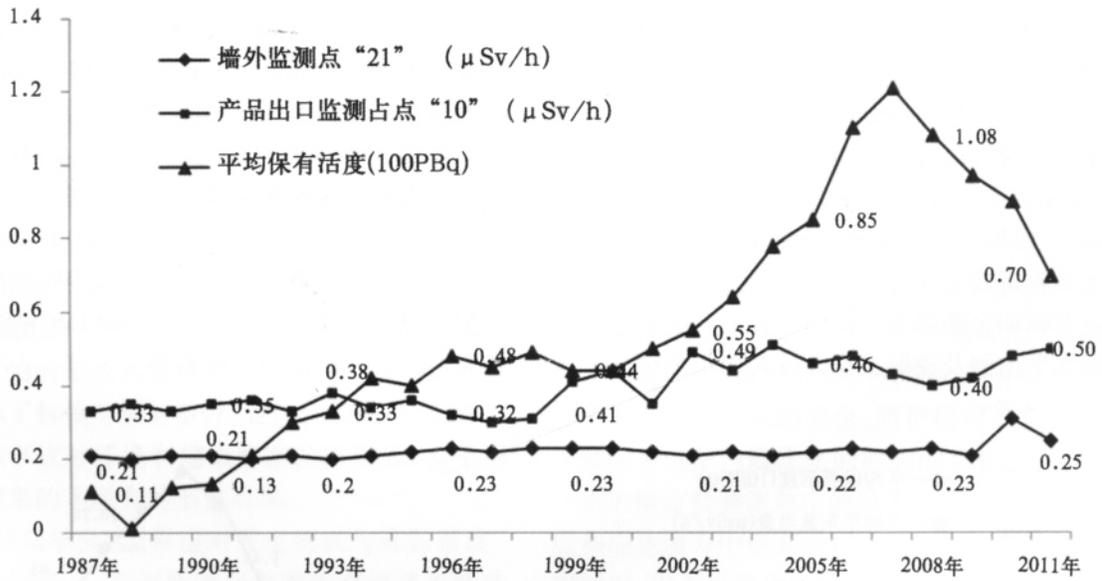


图 3 1987 ~ 2011 年布心厂钴源和监测点“10”和“21”的变化曲线

布心辐照厂在同行业里最早取得质量管理体系认证,借助有效的管理体系,连续 12 a 保持每年运行大于 8 000 h,装置安全可靠,未发生任何放射性泄漏及人员误照射事故。

上海金鹏源一期 148 PBq 辐照装置于 2003 年年中投产,至今装置连续运行 7 a,钴源活度逐年递增,最高钴源保有活度达 127.3 PBq。从该装置投产开始,公司按要求对每位放射性工作人员实行个人人均年有效剂量监测。图 4 是上海金鹏源 2003 ~ 2011 年钴源保有活度和人均年剂量当量的变化情况比较。

从图 4 中看出,随年度钴源活度的增加,人均年

有效剂量最低 0.11 mSv/a,最高 0.25 mSv/a,工厂投产开始也同时启用水处理装置净化井水,符合标准要求。从辐射生物屏蔽体外围辐射环境监测数据看,辐照厂内部人员及厂外人员靠近辐射场强较大且频率相对较高的监测点分别是产品入口监测点“9”和外墙监测点“7”。图 5 是上海金鹏源一期辐照厂 2003 ~ 2011 年钴源保有活度和监测点“9”和“7”的变化比较,2010 ~ 2011 年监测点“9”和“7”的最大值。

金鹏源辐照厂已经多次加源,加源期间,对于钴源的倒源和安装操作基本上由钴源供应商负责。金鹏源放射性工作人员只提供贮源井周边的配合性工

作,但参与了近距离接触钴源容器的拆卸作业。

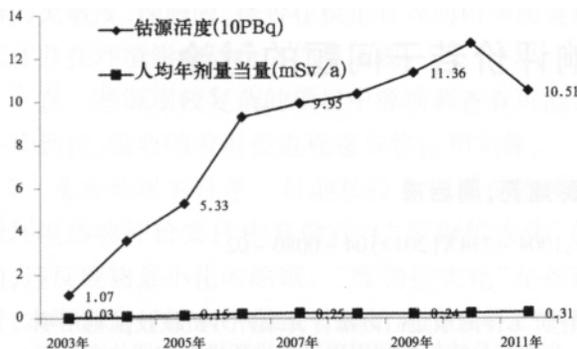


图 4 2003 ~ 2011 年上海金鹏源钴源活度和人均年有效剂量的变化曲线

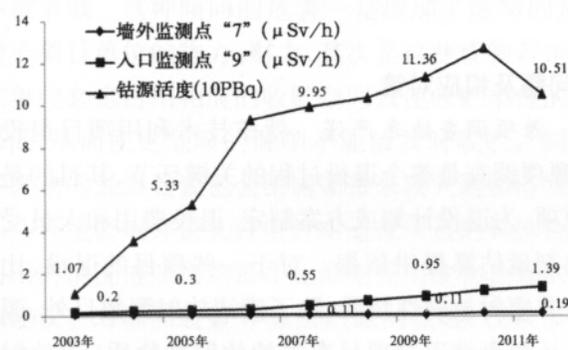


图 5 2003 ~ 2011 年上海金鹏源年钴源活度和监测点“7”和“9”测量值的变化曲线

## 2 分析与讨论

从上述图 1 ~ 5 可知,深圳金鹏源和上海金鹏源两个辐照厂放射性钴源从初始活度 11.1 PBq 逐年递增,最大值时每座大于 114 PBq,高出初装源活度 9 倍以上,但辐照厂屏蔽体外部环境辐射水平增幅有限,深圳金鹏源和上海金鹏源辐照室外墙分别仅增加 0.3 倍和 0.7 倍,辐射本底无实质上的变化,而最高的辐照室产品出入口(非作业环境)辐射水平有一定幅度增加,从 0.85 ~ 1.39 μSv/h,总体都满足低于 2.5

μSv/h<sup>[2]</sup> 的标准要求。贮存钴源井水质十多年长期稳定,总 α 放射性和总 β 放射性 ≤ 0.05 Bq/L,甚至优于国家饮用水标准(总 α 放射性 < 0.5 Bq/L、总 β 放射性 < 1.0 Bq/L),总 α 放射性和总 β 放射性数值稳定,无异常波动。辐射工作人员中人均年剂量当量总体上小于 1mSv/a。随机抽取国内有关省市对放射工作人员健康状况调查结果看:成都市疾控中心曾对全市 1 015 名放射工作人员的 2001 ~ 2003 年个人剂量作统计,结论是人均年剂量均值为 1.07 mSv,属低剂量水平,健康总体较好<sup>[3]</sup>;宝鸡市疾控中心曾对 1996 ~ 2005 年全市 5 类工种接收外照射放射工作人员测定个人剂量 2 737 人次,人均年剂量为 1.27 mSv/a,其中从事小型密封源应用的放射工作人员,人均剂量为 0.96 mSv/a<sup>[4]</sup>。其数值印证了大型辐照厂放射工作人员年均接受辐射吸收剂量的程度。总体结果与国家规定的职业照射个人剂量限值 20 mSv/a<sup>[2]</sup> 相比,处于较低的安全剂量范围之内。

## 3 结论

对于我国正在辐照运行的大型 γ 辐照装置,只要依据国家有关辐照装置规范要求,安装验收合格,通过加强辐照生产管理,规范设备安全检修维护,大型 γ 辐照装置工作场所对放射性工作人员以及对环境辐射所产生的影响是微不足道的,是安全的。

## 参考文献:

[1] 赵文彦,侯福珍,陈勇. 辐射加工产业快速发展对辐照交联线缆产业的期待[J]. 辐射加工, 2009, 5: 11.  
 [2] GB17568-2008 γ 辐照装置设计建造和使用规范[S].  
 [3] 刘慧,龚怀宇,赵强,等. 成都市 1 015 名放射工作人员健康状况调查与分析[J]. 中国辐射卫生, 2004, 12(4): 286.  
 [4] 路建超,李萍,朱宏伟,等. 宝鸡市十年来放射工作人员剂量水平分析[J]. 中国辐射卫生, 2006, 9(3): 404.

(收稿日期: 2012-07-28)

(上接第 74 页) 疗工作的管理,保证医疗质量和医疗安全的一项重要工作,应引起高度重视。

个人剂量监测率、设备检测率达 50% 以上,说明放射工作人员对接触射线危害认识的提高,放射诊疗质量安全得到重视。

放射工作人员培训率、在岗放射工作人员职业健康体检率、放射工作人员防护用品配备率、受检者防护用品配备率等指标均高于 60%,说明放射工作人员、受检者的健康权益得到进一步保障,但仍需加大监管力度。

## 4 讨论

通过本次新疆医疗机构放射卫生监督检查工作,深感我区放射卫生监督工作任重道远。针对检查结果反映出的问题,提示卫生监督部门需要加强放射卫生监督执法队伍建设。放射卫生监督工作对基层尤其是县市级卫生监督机构而言是一项全新的工作,需要加强人才队伍建设和培养,适应卫生监督职责的调整。

为保证医疗机构放射卫生技术服务需求,需加强放射卫生技术服务机构的人才培养、设备配置、经费保障等,满足放射卫生技术服务需求。

医疗机构作为放射诊疗工作的责任主体,要加强法制意识,规范放射诊疗工作,保证医疗质量和安全,承担起职业病防治工作的责任。

(收稿日期: 2012-10-11)