

某 γ 辐照装置安全防护管理

张璇, 何建中, 李瑞军

中图分类号: R142 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2004)04-0258-02

【摘要】目的 总结经验教训, 加强 γ 辐射加工装置防护安全管理, 防止放射事故发生。方法 通过 1995 年 7 月发生的卡源事故, 分析产生的原因, 总结经验教训, 对现运行 γ 辐照装置安全防护管理实践。结果 对 γ 辐照装置安全运行与防护管理进行探讨, 实践中未发生放射事故, 并取得较好经济效益。结论 本中心辐照装置、设施、设备安全可靠, 防护管理措施切实可行。

【关键词】辐照装置; 防护管理; 卡源事故

近年来, γ 电离辐射装置和辐射加工技术, 因有无污染、无残留、灭菌、杀虫彻底、冷加工、操作工艺简单的特点, 已经广泛应用在医疗卫生、食品贮藏、保鲜灭菌、中成药灭菌及化工材料改性等领域中, 成为与广大人民群众生活密切相关的高新科学技术, 并取得了较好的社会效应和经济效益。但由于辐照加工的特殊性, 放射源强度较大, 对 γ 辐照装置设施、设备及安全运行防护管理尤其重要^[1]。

1 基本情况

郑州市辐照中心是 1985 年由国家科委投资兴建的国家第一个商业性辐照中心, 当时的装源能力为 3.7PBq。辐照装置为钴-60 γ 射线, 单板源, 采用机械传输连续运行和静态堆码辐照两种方式。1995 年 7 月在用机械传输连续运行辐照产品时, 发生卡源事故。1997 年中心又在经济技术开发区投资兴建了第二个辐照加工基地, 设计装源能力 11.1PBq。本装置的工艺结构为花篮状棒源, 辐照室为圆形, 高 4.8m, 直径 10m, 双迷道, 进出货物分离。以静态堆码照射方式作为辐照工艺, 射线利用率高, 辐照场的空间可得到充分利用。装置运行 8a 来, 在安全防护工作上总结了一些经验和教训, 以促进工作的发展和提高。

2 安全防护控制系统

2.1 安全防护系统的设计与设施及升降源结构 钴-60 放射源的排列工艺源管由优质不锈钢制成, 内装钴-60 元件, 采用水井储存, 水井深 6.5m。中心先后增源 5 次共有 280 根源棒。一条提升钴源的钢丝绳固定在花篮形构架顶部的重心上, 穿过钴源室墙壁水泥层, 与安装于控制室的钴源升降装置连接, 有手动升降, 以供无法供电时用手动方法升降源(平时备有发电机以防停电)。用两道行程开关控制, 防止升降越位事故, 钴源升到位, 行程开关自动跳。控制台上设有定时和手动升降源系统, 当短时间照射例如辐照大蒜、测试辐射场等就可利用定时系统, 当照射时间完毕, 放射源自动下降到贮源水井内。钴源由储存位提升到工作位, 时间为 34s, 误差为 0.01s。钴源到工作位的重复性监测均小于 1%。经过 8a 运行实践, 该装置安全可靠, 未发生任何事故。

2.2 安全控制系统连锁装置防止人员误入源室 静态堆码照射方式和动态机械连续运行方式相比, 避免了机械悬挂链的维修、卡链、甚至卡源等弊端, 但静态堆码照射方式, 需人工推拉小车运送货物, 这样就需要工人较频繁地进出钴源室, 为确保人员的安全, 防止放射性事故发生, 采用三级连锁装置①源室内墙壁上, 迷道到源室门口设有拉线开关, 应急时可在源室

内用拉线开关降源。②防人光电: 钴源升到工作位, 工作位指示灯亮。控制台上的防人光电按钮按下后, 两道防人光电开始工作。③源室大门关闭上锁。如这三道连锁装置, 有一道没有到位, 钴源升降系统将不工作, 即钴源升不起来。如果钴源处于工作位, 若有人误闯源室将源室门强行打开时, 放射源将自动下降到贮源水井内, 避免事故的发生。钴源室通风系统由 1 号与 2 号风机构成了排风系统, 5~10min 即可排除钴源室内的有害气体。

3 安全防护管理措施

3.1 建立规章制度 安全防护管理工作须有完善的规章制度, 中心制定了运行人员规章制度, 进入钴源室须有带班人员两人以上方可进入操作, 严禁单人进入源室。进入源室必须携带 FD-71 防护仪表。

3.2 个人剂量的限制 放射工作人员佩带由河南省职业病防治研究所提供并监测的热释光个人剂量计, 每季度检测 1 次, 全年 4 次, 8a 来全体放射工作人员个人年剂量监测数据均符合国家规定标准。

3.3 钴源室邻近场所辐射水平监测 中心分别于 1997 年、1999 年、2000 年、2001 年增源 5 次, 其中 1999 年增源 2 次, 累计增源活度为 12.95PBq。于 2001 年达到最大源强活度 10.36PBq。为确保钴源室周围邻近工作场所辐射水平的安全性, 每次增源后请有关部门对环境辐射水平进行监测评价, 使钴-60 γ 射线对人体的危害降低到正常可接受水平。监测结果郑州市辐照中心钴源室辐射水平符合 GB18871-2002^[2] GIZ141-2002, 贮源水井符合《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》^[3]。

3.4 设备与设施的维护维修 定期对各项设备、设施保养维修, 责任到人, 定期检查, 将事故隐患消灭在萌芽状态之中。FD-71 防护仪表定期校准, 确保仪表的准确性, 并贮备备用仪表以防止仪表失灵替换。作到发现问题及时解决。

3.5 健康体检 辐射防护的目的是对电离辐射源使用给予必要的控制, 防止发生对健康有害的确定性效应, 保障辐射工作人员的健康和安全, 提高辐射防护措施的效益。按有关规定每年对放射工作人员进行 1 次健康体检, 体检结果表明, 放射工作人员没有出现有关放射性疾病。

3.6 加强工作人员对安全防护工作的认识 为加强全体放射工作人员从理论到实践上对安全防护工作重要性的认识, 组织有关放射工作人员参加省卫生厅举办的放射工作人员培训班, 并全部通过考核, 取得《放射工作人员证》, 作到人人持证上岗。

3.7 完善剂量测量系统 中心设有剂量实验室, 并通过《全国辐射加工计量许可证技术考核办公室》的技术考核, 使中心在“安全第一”的思想方针指导下, 在保证辐照装置安全运行的同时, 保证辐照产品质量的安全。

4 经验讨论

4.1 人为因素 1995 年的卡源事故完全由于违反操作规程人为因素造成。因个别员工操作不当,不按传输悬挂链主链运行速度,强行推送辐照箱,以致使主链卡链、辐照箱扭曲倾斜,挂住单板源源板,使源板扭曲变形将钴源卡在源板中间降不下去,造成停产 10d,经济损失近 10 万元。缺乏科学态度,以错误的认识去进行操作,反映出安全防护管理工作的重要性。

4.2 设备老化 机械悬挂链运行装置是 1986 年安装运行,翻转机构笨重,运转不灵活,缺乏维护维修,设备、设施老化,当时辐照量较大,机械连续运行 1 个多月,带病运行,从而扩大事端^[4]。说明在防护管理和安全运行过程中,定期检查更换零部件、维修保养工作必不可少,以确保辐照装置安全运行。

4.3 完善监控设施 由于辐照装置电脑监控系统不能正常工作,从而发生事故后,对钴源室内卡源位置无法确定,只能人为实地进入源室勘察,增加了应急抢险人员进入源室的次数。因此,完善设施的配备,并规范使用,多投入才能多收益。

4.4 安全防护是辐射加工行业的重中之重 应始终把安全防护工作放在首位,严防在创高效益的思想影响下,出现对安全防护工作的松懈,树立“向安全要效益”的思想,加强对职工的安全生产教育和相关法规学习,规范操作程序,做到万无一失。

4.5 吸取经验教训 吸取 1995 年发生卡源事故的经验教训,把各项操作规程落实到位,严格执行,从思想上到行动上重视安全防护,杜绝放射事故的发生,让原子能技术真正造福于人类。

4.6 怎样提高钴源利用率 科学合理地安排生产,最大限度地利用能源而不浪费能源,在如今货源充足的情况下,提高经济效益,是辐照行业在安全生产的前提下,今后工作的目标。

(本文承蒙张钦富主任医师审阅,一并致谢。)

参考文献:

[1] 包建忠, 陈秀兰, 翟建青, 等. 3.7×10^{15} Bq γ 辐照装置的安全运行与防护管理[J]. 中国辐射卫生, 2003, 12(4): 210—211.

[2] GB18871—2002, 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].

[3] GBZ141—2002, γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范[S].

[4] 范深根, 娄云. 放射性和辐射的安全使用[M]. 第一版, 北京: 中国科学技术出版社, 2001, 238—242.

(收稿日期: 2004—06—01)

【工作报告】

河北省室内放射性水平及评价

杨彦文¹, 张京战¹, 赵智慧¹, 程亚梅¹, 段晓东¹, 白志军², 张小民³

中图分类号: R144 文献标识码: D

由于近年大量含工业废渣建筑材料的使用, 放射性污染成为居室内环境污染的一个重要方面, 致使居民对室内放射性问题担忧, 为此, 我们抽查了河北省部分近 5 年竣工房屋的氡浓度水平及室内 γ 照射量率, 估算了居室内氡引起的内照射剂量及 γ 照射引起的外照射剂量。

1 研究对象及研究方法

1.1 研究对象 选择河北省南部平原地区(石家庄、廊坊地区)及北部山区(承德地区)各随机抽取 15 间楼房居室进行室内氡浓度水平测量, 35 套楼房居室进行 γ 剂量率测量, γ 剂量率测量南部平原地区选 20 套, 北部山区城市选 15 套。为排除地质因素的影响, 房间均选用 2 层以上。 γ 剂量率测量选取装修瓷砖 15 套、花岗岩 15 套、大理石 5 套, 取每套房间测量均值作为测量值。

1.2 方法 氡浓度水平测量选用美国 1027 便携式连续测氡仪, γ 照射量率采用 FD—3013 数字 γ 辐射仪, 仪器均经国家剂量科学研究院标定。测量 γ 照射需在室内中央距地面 1 m 高处, 氡测量时间应大于 6 h。

2 结果

测量了近年竣工房屋 30 例, 室内氡浓度范围为 $3.7 \sim 29.6$ Bq/m³, 均值为 (14.02 ± 7.68) Bq/m³。外照射剂量测量结果见表 1。

3 评价与讨论

所研究房间室内氡浓度水平均值为 14.02 Bq/m³, 氡子体 α 潜能浓度为 0.004 WL 远小于 0.027 WL 的国家标准^[1], 根据 UNSCEAR1988 年报告书推荐值, 室内平衡因子为 0.4 单位放射活度浓度产生的年有效剂量当量为 0.0876 mSv/Bq·m³, 居民

于室内所受内照射剂量估算为 0.49 mSv/a。 γ 外照射剂量均值为 0.216μ Sv/h, 按每天室内停留 10 h, 室内 γ 照射引起的外照射剂量为 $H = \gamma \times T = 0.79$ mSv/a。

表 1 河北省近年竣工房屋室内 γ 照射量率

装修材料	例数	γ 照射量率($\times 10^{-1} \mu$ Sv/h)		
		范围	平均值	标准差
瓷砖	15	1.55~2.61	2.12	0.27
大理石	5	1.88~3.24	2.30	0.39
花岗石	15	1.61~2.09	1.85	0.19
总计	35	1.55~3.24	2.16	0.34

根据上世纪 90 年代初进行的室内外氡浓度水平调查, 全国大部分地区包括河北室内氡浓度范围为 $20 \sim 40$ Bq/m³^[2], 此次测量略低于当年全国测量值, 这与近年落成房屋均为大阳台、大玻璃窗, 且调查时间为夏季, 通风好有关。本次抽查室内 γ 照射量大于 1985~1986 年进行的室内 γ 照射量河北省平均值 0.101μ Sv/h^[3], γ 照射引起的外照射剂量仅以每天室内停留 10 h 即接近公众年剂量限值, 对需在室内停留时间较长的人员, 其接受的外照射剂量将超过此限值。虽然国家目前对室内 γ 照射目前没有控制标准, 但随着各种工业废料建材的大量应用, 室内 γ 照射增高的问题将更加突出, 应引起有关部门一定重视。

参考文献:

[1] GB/T16146—1995 住房内氡浓度控制标准[S].

[2] 周连江, 杨彦文, 周开建, 等. 用核径迹法测定承德风景游览区的氡[J]. 中国辐射卫生, 1993, 2(2): 69—70.

[3] 王其亮, 崔广志, 尉可道, 等. 全国天然辐射外照射水平及其所致居民剂量[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1985, 5(增刊): S7—10.

(收稿日期: 2004—02—18)

作者单位: 1 河北省疾病预防控制中心, 河北 石家庄 050041;
2 承德市卫生监督所; 3 承德市疾病预防控制中心