

大亚湾核电站维修人员职业外照射监测结果与分析

麦维基, 曾锡慎, 贾育新, 刘小莲

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)03-0296-02

【摘要】 目的 了解大亚湾核电站 2003~2005 年维修工作人员的职业性外照射剂量。方法 热释光剂量测量方法。结果 三年的实测集体剂量当量是 6.13 人·Sv 平均年剂量当量是 1.86 mSv 2003~2005 年的人均年剂量当量分别是 1.99、1.97 和 1.64 mSv 实测集体剂量当量分别是 2.40、1.73 和 2.00 人·Sv 在各工种中, 现场通用技术服务人员的人均年剂量当量最大, 为 2.28 mSv 对实测集体剂量当量的贡献也最大, 为 5.74 人·Sv 占实测集体剂量当量 93.6%, 其它工种的人均年剂量当量及对实测集体剂量当量的贡献都较小。三年里超过国家标准年剂量限值有一人, 为 33.60 mSv 结论 核电站维修工作人员的受照剂量比其他工种放射工作人员的受照剂量高。
【关键词】 核电站维修人员; 外照射监测; 个人剂量

大亚湾核电站自 1994 年投入运行以来, 我们一直对部分承包商的维修工作人员进行职业性外照射个人剂量监测。从 2002 年开始我们对核电站 15 家承包商的 1200 多名维修工作人员进行了外照射个人剂量监测, 2003 年以来核电站维修工作人员个人剂量监测的资料是比较完整的。笔者总结了 2003~2005 年大亚湾核电站维修工作人员个人剂量监测的结果并对监测结果进行分析。

1 监测方法和质量保证措施

应用热释光剂量测量方法进行职业性外照射个人剂量监测。

1.1 监测设备 测量仪器为 FJ-427A 型热释光剂量仪, 剂量元件为塑料管封的 LiF(Mg,Cu,P) 粉末。

1.2 剂量计准备 将粉末元件在退火炉上经 235℃ 退火 10 min 自然冷却后封装在塑料管内, 每个剂量计放塑料管两支。

1.3 监测周期及剂量计发放与佩戴 一年监测 6 次, 每次连续监测 2 个月, 每年 1~2 月为第一监测周期, 其余各周期依次类推。剂量计准备好以后, 通过特快专递邮寄给各被监测单位。一般要求佩戴左胸部。

1.4 质量保证措施 广东省职业卫生检测中心已在 2003 年通过了中国实验室国家认可委员会 (CNAL) 有关 ISO/IEC 17025《检测和校准实验室能力的通用要求》的评审。中心的个人剂量监测实验室除做好日常实验室的质量管理和质量控制外, 还积极做好以下质控工作: ①定期参加由中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所组织的全国个人剂量计比对; ②定期检定热释光剂量测量系统, 从 2002 年开始, 个人剂量测量实验室应用的全部热释光剂量测量仪均由中国计量科学研究院检定, 每年检定一次; ③建立个人剂量计刻度实验室, 我们有自己的参考辐射源, 该源经国家计量院检定, 并通过传递、比对的方法修正我们的照射量值, 因此我们能随时照射剂量计检测我们的热释光剂量测量系统。这种检测一般一个季度进行一次。④其他质量控制措施, 包括专人负责个人剂量元件的退火操作以及剂量计的刻度照射, 以保证剂量计退火条件的恒定和照射量值的准确性; 仪器也是专人使用的, 每人固定使用一台热释光剂量测量仪。

2 结果与分析

在统计三年的监测资料时我们发现承包商的维修工作人员流动性较大, 除一部分人相对固定外, 许多人在一年里只监测过 3~4 次, 还有一些人只监测过 1 次或 2 次, 根据了解承包商有关部门为了减少个人的受照剂量而采用轮换人员的方法。因此在这次统计资料时, 仅有一次监测记录的人都没有纳入统

计, 这部分人约占 10% 左右。2003 和 2005 年的有效监测人数 1200 人左右, 2004 年的监测人数减少, 只有 900 人左右, 原因是这一年有一个检测人数较多的承包商由另一家单位来监测。

从监测结果看到, 2003、2004、2005 年核电站承包商维修工作人员的人均年剂量当量分别为 1.99、1.97 和 1.64 mSv 三年平均年剂量当量为 1.86 mSv (见表 1), 该值略低于我省 1993~1999 年间核设施工作人员 2.38 mSv 的人均年剂量^[1], 比陈祖云等人报道的部份核电运行维护人员的人均年剂量 (1.64 mSv) 略高^[2], 但是比大亚湾核电站工作人员的受照剂量高得多^[3], 在 1994~2002 年核电站工作人员 (包括部分承包商维修人员) 的人均年剂量当量为 0.13~0.82 mSv 平均 0.56 mSv 和全国的个人剂量监测资料比较, 核电站承包商维修工作人员的人均年剂量当量高于 2000 年全国人均年剂量当量水平 (1.10 mSv)^[4]。2003~2005 年的实测集体剂量当量分别为 2.40、1.73 和 2.00 人·Sv 三年累计实测集体剂量当量 6.13 人·Sv 2004 年的实测集体剂量当量下降和监测人数减少有关。总的说来, 大亚湾核电站承包商维修工作人员中约 90% 的人年受照剂量低于 5 mSv 的记录水平^[5], 三年间年受照剂量高于 15 mSv 的只有 5 人, 其中一人受照剂量超过国家标准限值, 受照剂量为 33.60 mSv 从 2003 至 2005 年, 最大个人年剂量分别为 17.74、11.89 和 33.60 mSv 年受照剂量最大值均出现在现场通用技术服务组, 其它工种的最大个人受照年剂量一般不超过 5 mSv (见表 2)。由于现场通用技术服务组人数最多, 人均年剂量最大, 所以在各年度里对集体剂量的贡献也最大, 分别占当年集体剂量的 93.4%、91.4% 和 95.7%。

表 1 2003~2005 年大亚湾核电站维修人员受照剂量当量频数分布及人均年剂量

年份	监测人数 (人)	剂量当量频数分布 (人)					实测集体剂量当量 (人·Sv)	人均年剂量当量 (mSv)
		<5 mSv	5~10 mSv	10~15 mSv	15~20 mSv	20~30 mSv		
2003	1205	1077	97	27	4	0	2.40	1.99
2004	879	782	92	5	0	0	1.73	1.97
2005	1224	1151	66	6	0	1	2.00	1.64
合计	3308	3010	255	38	4	1	6.13	1.86

大亚湾核电站承包商维修工作人员大致分为现场通用技术服务、机械维修、电器仪表检修、土建维修和技术支持与管理 5 个工种, 其中现场通用技术服务组人数最多, 共 2521 人, 占总人数的 76.2%, 人均年剂量当量也最高, 为 2.28 mSv 它对集体剂量的贡献也最大, 达 5.74 人·Sv 占总集体剂量的 93.6%。其余几个工种人数较少, 受照剂量较低, 对集体剂量的贡献较小 (见表 3)。机械维修、电器仪表检修、土建维修和技术支持与管理的人均年剂量当量分别为 0.38、0.38、0.77 和 0.15 mSv。

作者单位: 广东省放射卫生防护所, 广东 广州 510300
作者简介: 麦维基 (1965~), 男, 广东南海人, 主管技师, 主要从事个人剂量工作。

某医院放疗科放射防护控制效果评价与分析

杨晓光¹, 贺 强¹, 李鹏武¹, 王亮华²

中图分类号: R143 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)03-0297-02

【摘要】 目的 对某医院放疗科放射防护控制效果进行评价和分析, 从辐射防护最优化与确保安全运行角度提出放射防护建议, 保障职业人员及公众的健康和安全。方法 通过现场调查和监测, 将获取的资料和监测结果与标准的要求相比较。结果 该放疗科及周围环境辐射水平最大值为 $3.84\mu\text{Gy/h}$ ^{60}Co 源器表面 5m 和 1m 处, 泄漏辐射空气比释动能率分别为 12.67 和 $0.65\mu\text{Gy/h}$ ^{60}Co 治疗机机头表面 β 辐射污染最大值为 3.9Bq/m^2 。个人剂量监测除一人年剂量为 5.26mSv 外, 其他工作人员年个人剂量限值均小于 5mSv 。结论 该医院放疗科放射防护控制效果基本达到国家标准规定要求, 但需在个人防护用品的配置及放射防护管理体系的建设上进一步完善和加强, 从确保安全角度考虑, 增加 ^{60}Co 治疗机机房门的红外联锁装置, 尽量减少在 ^{60}Co 机房内的工作时间。

【关键词】 放射防护; 剂量限值; 控制效果评价

随着现代科学技术的迅猛发展和经济水平的不断提高, 我国放射治疗(简称放疗)单位和放疗设备数量都在快速地增长。放疗场所人员众多, 有职业人员和患者, 周边还有许多公众人员, 如果不加强放射治疗科室的防护评价, 容易出现辐射事故, 轻则导致不必要的照射, 重则导致辐射损伤甚至发生生命危险。同时, 放疗质量也难以保证, 不利于病人的治疗和科室的发展^[1-2]。本文对某医院放疗科放射防护控制效果进行了评价和分析, 在职业病危害放射防护方面做了简单的探讨。

1 仪器和方法

作者单位: 1 吉林大学公共卫生学院, 吉林 长春 130021;
2 长春大学特教学院
作者简介: 杨晓光(1966~), 男, 吉林长春人, 实验师, 主要从事辐射防护研究。
通讯作者: 贺强(1973~), 副教授。

表 2 各年度大亚湾核电站维修人员 主要工种的集体剂量和人均年剂量					
年份	工种	监测 人数 (人)	集体 剂量 (人· Sv)	人均 年剂量 (mSv)	年最大 个人剂量 (mSv)
2003	现场通用技术服务	956	2.24	2.35	17.74
	机械维修	91	0.06	0.63	3.75
	电气仪表检修	61	0.03	0.43	2.54
	土建维修	97	0.07	0.77	1.97
	合计	1 205	2.40	1.99	
2004	现场通用技术服务	579	1.58	2.74	11.89
	机械维修	110	0.03	0.27	2.97
	电气仪表检修	109	0.04	0.33	1.75
	土建维修	81	0.08	1.03	5.40
	合计	879	1.73	1.97	
2005	现场通用技术服务	986	1.92	1.94	33.60
	机械维修	106	0.03	0.27	1.67
	电气仪表检修	57	0.02	0.44	1.87
	土建维修	70	0.03	0.46	4.25
	技术支持与管理	5	<0.01	0.15	0.25
	合计	1 224	2.00	1.64	

表 3 2003~2005年大亚湾核电站维修人员 主要工种的集体剂量和人均年剂量					
工种	监测人数		集体剂量		人均年剂量 (mSv)
	(人)	(%)	(人· Sv)	(%)	
现场通用技术服务	2 521	76.2	5.74	93.6	2.28
机械维修	307	9.3	0.12	1.9	0.38
电气仪表检修	227	6.9	0.09	1.4	0.38
土建维修	248	7.5	0.19	3.1	0.77
技术支持与管理	5	<0.1	<0.01	<0.1	0.15
合计	3 308	100	6.14	100	1.86

1.1 仪器 BH3103 X- γ 便携式巡测仪进行射线防护监测、PCM-100(α 、 β 、 γ)表面污染测量仪进行表面污染监测、FJ-377热释光剂量仪进行个人剂量监测、LiF(Mg,Cu,P)热释光剂量计。所有设备都经国家标准剂量学实验室标定。

1.2 监测方法 参照 GBZ161-2004《医用 γ 射束远距离治疗防护与安全标准》规定的布点原则进行射线防护监测。表面污染利用表面污染仪在污染物表面连续测量, 测得污染物表面单位面积的污染水平。依据 GBZ128-2002《职业性外照射个人监测规范》的规定进行个人剂量监测, 监测周期 3个月^[3-4]。

2 结果与分析

2.1 现场卫生学调查 辐射源项分析, 该院放疗科所用设备见表 1。 ^{60}Co 密封源的辐射类型为 β 衰变伴有 γ 辐射, 主要发射 0.31MeV 的 β 射线和 1.17MeV 及 1.33MeV 的 γ 射线, ^{60}Co 半衰期为 5.26a 。本项目主要应用 ^{60}Co 的 γ 射线进行肿瘤治疗。 ^{60}Co 治疗机照射野中心 80cm 处空气比释动能率 70CGy/

3 讨论

(1)我中心监测个人剂量单位约有 200个, 大约 3 800多人, 其中核电站维修工作人员约占 1/3。根据我省的统计资料^[1], 省管单位的人均年剂量为 1.05mSv 在放射治疗和工业探伤等 9个不同的放射性工种中, 核工业(主要是核电站维修工作人员)的受照剂量一般比其他工种放射工作人员的受照剂量高。

(2)核电站维修工作人员受照剂量较高和他们的作业环境有关, 根据了解工作人员受照剂量主要来自核电站机组停堆检修期间^[3], 为此核电站与承包商达成协议, 建议通过提高个人技能, 优化检修作业步骤和合理使用专用工具等来减少维修工作人员的个人受照剂量。除了上述措施, 轮换操作人员也是减少维修工作人员个人受照剂量的好办法。

参考文献:

[1] 贾育新, 曾锡慎, 谭光享, 等. 广东省省管单位放射工作人员外照射个人剂量水平分析[J]. 中国辐射卫生, 2003 12 (1): 20

[2] 陈祖云, 杨想军, 王芳. 核动力运行维护人员职业照射剂量水平[J]. 中国辐射卫生, 2006 15(4): 429-430

[3] 樊治国, 问清华, 李睿容, 等. 大亚湾核电站 1994~2002年职业性照射个人剂量监测和评价[J]. 辐射防护, 2004 24 (3-4): 206-210

[4] 胡爱英. 我国个人剂量监测工作现状和展望[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2004 24(4): 377-379

[5] GBZ128-2002 职业性外照射个人监测规范[S].

(收稿日期: 2008-03-13)