

海关集装箱检查系统辐射对周围环境的影响

麦维基, 曾锡慎, 刘小莲, 贾育新

中图分类号: TL75 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)01-0032-02

【摘要】目的 了解海关集装箱检查系统工作期间辐射对周围环境的影响。方法 用环境热释光剂量测量方法检测集装箱检查系统周围环境的累积剂量。结果 全部测量结果接近环境本底水平。结论 三种类型的集装箱检查系统对周围环境的影响很小。

【关键词】集装箱; 检查系统; 辐射; 环境累积剂量

由于广东省地处面临港澳的特殊地理位置, 出口加工业又比较发达, 对外口岸比较多, 近年各口岸都相继装备了集装箱检查系统。因此, 除根据有关法规和方法加强对集装箱检查系统的放射防护检测外^[1,2], 其对周围环境的影响也日益引起人们的关注和重视。应有关部门要求, 我们在 2003 年 6~12 月应用环境热释光剂量测量方法对我省三种类型的集装箱检查系统的周围环境进行了环境辐射水平调查。

1 检测仪器和方法

1.1 检测设备 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 方法

1.2.1 剂量计准备 每次到环境点布放剂量计前将粉末元件在退火炉上经 235℃退火 10 min, 然后封装在塑料管内备用。剂量计共准备 5 组, 包括环境剂量计组, 实验室剂量计组, 旅途剂量计组, 刻度剂量计组和铅室本底剂量计组。实验室剂量计组用于估算环境剂量计停留在实验室期间受到的照射剂量, 旅途剂量计组用于估算环境剂量计在布放和回收过程中的旅途受照剂量, 铅室本底剂量计组用于估算环境剂量计存放铅室期间受到的照射剂量。将剂量计分好组后放入铅室备用。

1.2.2 检测次数和周期 共检测 3 次, 每个检测周期约 60 d。

1.2.3 检测集装箱检查系统的类型和布点原则 共 3 种类型, 均为国产加速器集装箱检查系统, 包括 MT1213 车载移动式检查系统, MB1215 组合移动式检查系统和 FG9056 固定式检查系统。布点原则是根据加速器系统工作时可能存在的射线泄漏造成对工作人员和公众的影响来决定, 如海关人员和设备维修人员的工作室和邻近的办公地点, 以及各类型检查系统检查间的外环境等。由于各类型集装箱检查系统都已进入正常运

营状态, 无法进行运营前的环境本底调查, 所以本调查应用对照点的办法对结果进行分析评价。

1.2.4 剂量计布放、回收 每次到环境点布放时才将准备好的环境剂量计组和旅途剂量计组从铅室取出带上, 布放完毕回到实验室后将旅途剂量计组放回铅室。每次回收环境剂量计时也将旅途剂量计组从铅室取出带上, 回收完毕后一起放回铅室, 待测量时才从铅室取出。准确记录布放日期、回收日期、剂量计在铅室的存取日期, 以及剂量计的退火日期和测量日期。

1.2.5 照射刻度剂量计组 在每个布放周期的中间约 30 d 将刻度剂量计组从铅室取出, 准确照射一个剂量值(0.50 mSv), 然后放回铅室。

1.2.6 测量数据处理 各环境点的剂量由下式计算:

$$D = D_{\text{总}} - D_{\text{实}} - D_{\text{旅}} - D_{\text{铅}}$$

式中 D 为环境点的剂量值; $D_{\text{总}}$ 为剂量计测量出的总受照剂量; $D_{\text{实}}$ 为剂量计停留在实验室期间的受照剂量; $D_{\text{旅}}$ 为环境剂量计在旅途的受照剂量; $D_{\text{铅}}$ 为环境剂量计存放铅室期间的受照剂量。单位均为 mSv。

第一期环境剂量计的布放时间为 70 d, 第二期 57 d, 第三期 80 d, 三期合计 207 d, 然后将各监测点 207 d 的累积剂量换算为年剂量。

2 检测结果与评价

2.1 MT1213 车载移动式检查系统 共设置监测点 22 个, 其中室外点 16 个, 室内点 6 个(包括控制车内)。对照点 3 个, 室内对照点 2 个, 室外对照点 1 个。

2.1.1 室外监测点 室外监测点的年剂量范围为 0.86~1.11 mSv(见表 1), 控制车外监测点测得剂量最低, 为 0.86 mSv, 围栏外各点的剂量都在 1 mSv 左右, 略高于对照点剂量值(0.92 mSv)。其最大点的年剂量值在扣除本底后只有 0.19 mSv, 远低于国家有关规定中对放射工作人员(20 mSv)和公众(1 mSv)的剂量限值^[3]。

作者单位: 广东省放射卫生防护所, 广东 广州 510310

作者简介: 麦维基(1965~), 男, 广东南海人, 主管技师, 从事个人剂量监测工作。

针对案发单位存在的问题, 我们多次提出整改意见并限期落实。由于案发单位领导对放射防护工作重视不够, 对放射监督存有抵触情绪, 未将卫生监督机构提出的整改意见落到实处, 是发生本次事故的主要原因。

放射源被盗后, 未及时向卫生监督部门报告, 失去了找源最佳时机, 致使一枚被盗放射源至今未追回。

5 教训与建议

这起因盗窃引起的严重放射事故, 造成直接经济损失达 10 万余元。因一枚放射源未找回, 在周围居民中引起恐慌, 造成了不良社会影响, 我们应吸取教训, 强化管理, 严防类似事故

发生。

5.1 加强日常监督管理 严格按放射卫生法律法规要求, 加强对放射源应用单位监督监测, 每年不少于 2 次, 对检查发现的事故隐患及时提出整改意见并督促其落实。

5.2 闲置源、废弃源涉源单位应作为监督重点 闲置源涉源单位要按要求建符合标准的贮源室, 贮源室有专人负责。废弃源涉源单位, 要按法律法规规定将废弃源送回生产厂家或省废源库贮存, 严禁以任何形式自行贮存废弃放射源。

5.3 加大监督执法和处罚力度 对拒不执行卫生监督部门意见或整改不力的涉源单位, 要依法严惩, 触及其痛处, 以示警戒。

(收稿日期: 2004-03-17)

表 1 MT1213 型车载式集装箱检查系统环境累积剂量(mSv)

地点	n	第 1 期	第 2 期	第 3 期	年剂量	
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	(范围)
室外检测点	16	0.18±0.01	0.16±0.01	0.23±0.01	1.00±0.05	(0.86~1.11)
室外对照	1	0.15	0.15	0.22	0.92	
室内检测点	6	0.12±0.01	0.13±0.02	0.18±0.02	0.74±0.08	(0.65~0.85)
室内对照	2	0.21±0.01	0.21±0.00	0.31±0.01	1.26±0.01	(1.27~1.29)

2.1.2 室内监测点 其年剂量范围为 0.65~0.85 mSv, 该剂量不但低于对照剂量(1.28 mSv, 均值, 下同), 甚至低于室外监测点的剂量, 说明检查系统的辐射对控制车内及相邻的办公室基本上没有影响。控制车及办公室的测量结果均低于对照值, 可能与其结构材料有关, 它们不但屏蔽了可能来自检查系统的影响, 也屏蔽了一部分的环境天然放射线, 而其结构材料本身(钢材、塑料等)的天然放射性核素含量也较低。

2.2 MBI215 组合移动式检查系统 共设置环境监测点 25 个, 表 2 MBI215 型移动式集装箱检查系统环境累积剂量(mSv)

地点	n	第 1 期	第 2 期	第 3 期	年剂量	
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	(范围)
室外检测点	20	0.18±0.03	0.17±0.03	0.23±0.03	1.04±0.15	(0.83~1.27)
室外对照	1	0.17	0.15	0.20	0.92	
室内检测点	5	0.18±0.02	0.17±0.02	0.21±0.01	0.97±0.09	(0.86~1.08)
室内对照	2	0.18±0.01	0.18±0.00	0.23±0.01	1.02±0.02	(1.00~1.04)

低于或接近对照剂量(1.02 mSv), 说明检查系统的辐射对图像检查室及海关业务室等基本上没有影响。

2.3 FG9056 固定式检查系统 共设置环境监测点 34 个, 其中室外点 7 个, 室内点 27 个。对照点 3 个, 室内对照点 2 个, 室外对照点 1 个。

表 3 FG9056 型固定式集装箱检查系统环境累积剂量(mSv)

地点	n	第 1 期	第 2 期	第 3 期	年剂量	
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	(范围)
室外检测点	7	0.20±0.02	0.20±0.02	0.28±0.03	1.20±0.13	(1.00~1.46)
室外对照	1	0.25	0.21	0.27	1.29	
室内检测点	27	0.24±0.02	0.22±0.03	0.32±0.04	1.38±0.15	(1.08~1.83)
室内对照	2	0.21±0.01	0.19±0.02	0.25±0.03	1.14±0.10	(1.04~1.23)

2.3.2 室内监测点 其年剂量范围为 1.08~1.83 mSv, 除技检部大楼入门大厅的加速器室外墙监测点测得最大值为 1.83 mSv 外, 其余各监测点的剂量值接近或略高于对照剂量(1.14 mSv), 其最大点的年剂量值在扣除本底后为 0.69 mSv, 远低于国家有关规定中对放射工作人员的剂量限值^[3]。

三种型式的集装箱检查系统经过应用环境热释光剂量测量方法对其周围环境进行了连续半年的环境剂量检测, 检测结果表明除个别点外, 绝大部分监测点的剂量值接近环境本底水平, 说明三种型式的集装箱检查系统在控制区范围外无论是对海关工作人员还是公众都是安全的。

3 讨论

热释光剂量计是一种理想的环境累积剂量测量工具, 它能够比较客观地反映一段时间内环境辐射剂量的变化结果。多年前我们曾应用 CaSO₄(Dy) 和 LiF(Mg, Cu, P) 两种热释光剂量计进行过大亚湾核电站运转前的环境辐射本底调查^[4,5], 取得较为满意的结果。所以在这次调查里也采用了热释光环境剂量计, 并严格按照环境剂量调查的程序进行, 因此所得结果应当是可靠的。

用累积剂量测量方法进行环境剂量测量以监测检查系统对环境的影响, 正常的做法是在检查系统运转前先进行一次环境辐射本底调查, 检查系统运转期间在相同监测点再进行一次环境辐射水平调查, 然后将两次结果进行比较分析。但是在目前情况下各检查系统已进入正常运营状态, 无法进行这种前后对比性调查, 因而只能采用选对照点的办法进行调查,

其中室外点 20 个, 室内点 5 个。对照点 3 个, 室内对照点 2 个, 室外对照点 1 个。

2.2.1 室外监测点 室外监测点的年剂量范围为 0.83~1.27 mSv(见表 2), 出、入口围栏 8 个监测点的结果接近或低于对照剂量(0.92 mSv), 而扫描大厅外墙各点均略高于对照剂量。其最大点的年剂量值在扣除本底后只有 0.35 mSv, 远低于国家有关规定中对放射工作人员和公众的剂量限值^[3]。

2.2.2 室内监测点 其年剂量范围为 0.86~1.08 mSv, 该剂量

2.3.1 室外监测点 室外监测点的年剂量范围为 1.00~1.46 mSv(见表 3), 除加速器室外墙点(1.46 mSv), 其余各点测量值均低于对照值(1.29 mSv)。其最大点的年剂量值在扣除本底后只有 0.17 mSv, 远低于国家有关规定中对放射工作人员和公众的剂量限值^[3]。

所以对照点的选择很关键。在选择对照点时应用了剂量率仪进行测量, 使对照点的环境辐射水平与监测点停机时的环境辐射水平尽量接近。但是实际测量结果有时却与选点时的结果不一致, 如表 3 的室外对照点比室内对照点的剂量还高。

车载移动式检查系统有时在围栏外某个点用剂量率仪可能测量出明显高于本底值的剂量率, 但是用环境累积剂量测量法获得的结果却不明显。原因可能是本检查系统防护较好, 散漏射线较少, 只有在剂量率仪正对检查车的有用射线束时才能检出漏射线, 而检查车是移动的, 每次扫描经过剂量计的时间很短, 因而贡献给剂量计的剂量很少, 检测出来的累积剂量就不高。

参考文献:

[1] GBZ 143—2002, 集装箱检查系统放射卫生防护标准[S].
[2] 侯金鹏, 邓大平, 朱建国, 等. 集装箱检查系统放射防护检测的现状和探讨[J]. 中国辐射卫生, 2003, 12(2): 85.
[3] GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
[4] ZENG Xi—shen, ZENG Jin—xiang, TAN Guang—xiang, et al. CaSO₄:Dy and LiF:Mg, Cu, P thermoluminescent dosimeters for environmental monitoring in ambient areas of a nuclear power plant [J]. Health Phys. 1996, 70(3): 367—371.
[5] 曾晋祥, 曾锡慎, 谭光享, 等. 广东大亚湾核电站周围陆地环境(辐射累积剂量水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1999, 19(5): 357—361.