

监测报告

(本报告共 9 页)

(京辐监) 环监字 R 第 20160001 号

项目名称：北京肿瘤医院放射性同位素和射线装置应用

项目环保验收监测

委托单位：北京肿瘤医院

监测性质：辐射项目验收

监测单位（签章）：北京市辐射安全技术中心

报告发出日期：2016年07月14日



监测地点	海淀区阜成路 52 号		
监测内容	α 、 β 表面污染, 中子剂量率, x- γ 辐射剂量率		
现场监测日期	2015 年 12 月 16 日		
仪器信息			
仪器名称	仪器编号	规格型号	性能指标
6150AD 环境 X- γ 剂量仪	BJFS-L118	6150AD5/H+6150AD-b/H	工作温度: $-30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 能响范围: 23keV \sim 7MeV 剂量率范围: 1nSv/h \sim 99.9 μ Sv/h
便携式中子剂量率仪	BJFS-L109	FB40G+FHT762	温度范围: $-30 \sim +50^{\circ}\text{C}$ 量程: 10nSv/h \sim 100mSv/h 能量响应: 0.025eV \sim 5GeV
表面污染仪	BJFS-L087	COMO-170	工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 本底计数率: α 约 0.1cps β 约 15-25 cps 测量效率: Am-241 为 18%, Cs-137 为 35%, C-14 为 14%
监测方法			
监测项目	监测方法标准		
x- γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993		
α 、 β 表面污染	《表面污染测定第 1 部分: β 发射体 ($E_{\beta_{\max}} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》 GB/T14056.1-2008		
中子剂量率	《辐射防护用便携式中子周围剂量当量率仪》GB/T14318-2008		
评价依据:			
《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》(京环审[2011]286 号)			

监测基本情况:

北京肿瘤医院放射性同位素和射线装置应用项目位于北京市海淀区阜成路 52 号院内, 内容为将门诊楼一层放疗科 1 台 6MV 直线加速器更新为 6/15MV 电子直线加速器(原加速器将移入地库使用); 门诊楼二层血管造影室(粒子植入室)增加 I-125 粒子源使用量; 门诊楼三层核医学科更新 1 台 SPECT/CT 机、增加 Sr-89 使用量, 并在核医学科药物科研实验室新增使用核素 Y-90、Lu-177、Re-186、Re-188 及 Ga-68(配 Ge-68/Ga-68 发生器)、补办原有 Tc-99m 环评审批手续。由于现场监测时该单位无放射性核素 Sr-89、Y-90、Lu-177、Re-186 和 Re-188, 不具备验收条件, 因此本次验收不包括这五种核素。

根据《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》(京环审[2011]286 号), 该项目职业和公众照射剂量约束值分别为 2mSv/a 和 0.1mSv/a。

北京市辐射安全技术中心于 2015 年 12 月 16 日对该项目进行环境保护验收监测, 现场监测具体情况如下:

一、I-125 粒子源植入手术室监测情况

在医生操作 I-125 粒子源时, 测量距 I-125 粒子源 30cm 处 X- γ 辐射剂量率。

二、加速器机房监测情况

根据业主单位说明, Truebeam 型电子直线加速器最大使用能量为 10MeV, 因此在该加速器正常工作状态下(10MeV, 出束、关机), 测量场所四周和工作人员操作位的 X- γ 辐射剂量率及中子剂量率。现场测量布点位见图 1。

三、核医学科场所监测情况:

1. 核医学科 SPECT 扫描室 2(西墙向西扩建 1m)更新 1 台 SPECT/CT 机, 其他不变。在有病人(注射 15mCi 放射性药物 Tc-99m 后)和无病人时, 测量 SPECT 扫描室 2 四周 X- γ 辐射剂量率。

2. 在核医学科工作人员操作 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器, 得到约 20mCi 的 ^{68}Ga , 测量操作位(^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器通风橱外)的 X- γ 辐射剂量率。在 HPLC 分析放射性药物时, 测量 HPLC 分析操作位 X- γ 辐射剂量率。在解剖动物时, 测量相应操作位的 X- γ 辐射剂量率。在无放射性药物存在时, 测量相应点位的 X- γ 辐射剂量率。现场测量布点位见图 2。

测量上述核医学科相关场所地面、台面、水池的 α 、 β 表面污染水平。

表 1 监测对象及其周围环境 x- γ 辐射剂量率监测结果*

测点序号	测点位置	γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率(本底)
1	I-125 粒子源 30cm 处	1.52E+3nSv/h	105nSv/h

注：*—监测结果含宇宙射线响应值。

现场监测时，单个粒子源活度约为 0.8mCi，根据环评报告表，医院粒子源的年使用量共为 5000 粒，每植入 1 粒的时间 2min，医院做粒子植入手术工作人员 4 名，每人最多完成 2000 粒子源的植入，则每名工作人员最大受照时间为 66.7h。由于 I-125 粒子的能量较低，仅为 35.5keV，穿透能力弱，不考虑手术过程中对室外公众的影响。根据公式“年附加有效剂量 $E = \sum W_T \cdot H_T \cdot t \cdot T$ (式中： W_T 为组织 T 的组织权重因子，对全身均匀照射 $\sum W_T = 1$ ； H_T 为附加当量剂量率，t 为全年辐照时间；T 为居留因子)。职业人员所接受年附加有效剂量计算相关参数及结果见表 2。

表 2 I-125 粒子植入手术职业人员所接受的年附加有效剂量

序号	测点位置	附加剂量率	照射时间	居留因子	年附加有效剂量
1	¹²⁵ I 粒子源 30cm 处	1415nSv	66.7h	1	94.4 μ Sv

由表 2 可见：在 I-125 粒子植入手术过程中，1 名手术操作人员所接受的年附加有效剂量为 94.4 μ Sv，低于《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》(京环审[2011]286 号)规定的职业剂量约束值 (2.0mSv/a)。

表 3 监测对象及其周围环境 x- γ 辐射剂量率及中子剂量率监测结果*

测点序号	测点位置	γ 辐射剂量率(关机)	γ 辐射剂量率(出束)	中子剂量率
1	机房防护门外	92.3 nSv/h	493 nSv/h	<LLD ²
2	机房东侧墙外	87.9 nSv/h	854 nSv/h	13 nSv/h
3	机房西侧墙外	87.0 nSv/h	365 nSv/h	11 nSv/h
4	控制室操作位	103 nSv/h	130 nSv/h	<LLD
5	机房北墙外(设备间)	103 nSv/h	104 nSv/h	<LLD
6	机房北墙外(控制室)	103 nSv/h	135 nSv/h	<LLD

注：*—监测结果含宇宙射线响应值。2—LLD 为仪器探测限，LLD=10 nSv/h。

由表 3 可见：加速器在正常运行时，依据 2 号和 6 号测量点位估算职业人员所接受的最大年附加有效剂量，依照 1 号测量点位估算公众所接受的最大年附加有效剂量。根据公式“年附加有效剂量

$E = \sum W_T \cdot H_T \cdot t \cdot T$ (式中: W_T 为组织 T 的组织权重因子, 对全身均匀照射 $\sum W_T = 1$; H_T 为附加当量剂量率, t 为全年辐照时间; T 为居留因子)。由该项目的环评报告表可知, 直线加速器年出束时间为 500h, 除向下治疗照射外, 其他方向治疗照射的使用因子 $U = 0.25$ 。人员年附加有效剂量计算结果见表 4。

表 4 加速器机房职业人员和公众所接受的最大年附加有效剂量

测点序号	测点位置	附加剂量率* (nSv/h)	使用因子	照射时间 (h)	居留因子		年附加有效剂量 (μ Sv)	
					职业	公众	职业	公众
1	机房防护门外	400.7	1	500	-	1/8	-	25.0
2	机房东侧墙外	779.1	0.25	500	1/20	-	4.87	-
6	机房北墙外(控制室)	32	1	500	1	-	16.0	-

注: *—附加剂量率为 γ 附加剂量率与中子附加剂量率之和。

由表 4 可见: 职业人员和公众所接受的最大年附加有效剂量分别为 16.0μ Sv 和 25.0μ Sv, 低于《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》(京环审[2011]286 号) 规定的职业和公众照射剂量约束值 (2.0 mSv/a 和 0.1 mSv/a)。

表 5 监测对象及其周围环境 α 、 β 表面污染监测结果

测点序号	测点位置	β 测量值
1	办公室(参照点)	LLD'_β
2	高活室地面	$<LLD_\beta$
3	高活室水池	$0.27-0.30 \text{ Bq/cm}^2$
4	HPLC 分析室地面	$<LLD_\beta$
5	HPLC 分析室台面	$<LLD_\beta$
6	动物解剖室通风橱台面	$<LLD_\beta$

注: *— LLD 为探测下限 (170cm^2 均值), $LLD_\beta = 0.13\text{Bq/cm}^2$ 。

由表 5 可见核医学科高活室、HPLC 分析室等相关场所地面、台面、水池的 α 、 β 表面污染水平均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中规定的工作场所控制区放射性表面污染控制水平: α : 4Bq/cm^2 , β : 40Bq/cm^2 的要求。

表 6 监测对象及其周围环境 x- γ 辐射剂量率监测结果*

测点序号	测点位置	γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率(本底)
1	SPECT 扫描室 2 控制室防护门	93.6 nSv/h	90.5 nSv/h
2	SPECT 扫描室 2 南墙外	123 nSv/h	111 nSv/h
3	SPECT 扫描室 2 西侧库房	91.3 nSv/h	87.7 nSv/h
4	SPECT 扫描室 2 北墙外	102 nSv/h	98.1 nSv/h
5	高活室 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗时操作位	604 nSv/h	139 nSv/h
6	HPLC 分析时操作位	187 nSv/h	108 nSv/h
7	动物注射通风橱外(地下三层放化实验室)	291 nSv/h	113 nSv/h

注：*—监测结果含宇宙射线响应值。

由表 6 可见：核医学科 SPECT 扫描室 2（西墙往西扩建 1m）更新 1 台 SPRCT/CT 机后，在有病人和无病人时，SPECT 扫描室 2 四周 X- γ 辐射剂量率无显著变化。

在 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器工作场所中，工作人员操作 ^{68}Ga 的主要环节有淋洗，HPLC 分析，动物注射和动物解剖。依据 5 号测量点位估算职业人员所接受的最大年附加有效剂量，根据公式“年附加有效剂量 $E = \sum W_T \cdot H_T \cdot t \cdot T$ （式中： W_T 为组织 T 的组织权重因子，对全身均匀照射 $\sum W_T = 1$ ； H_T 为附加当量剂量率， t 为全年辐照时间； T 为居留因子）计算。由该项目的环评报告表可知，注射 ^{68}Ga 使用的动物为白鼠，每年使用量不大于 100 只，保守估计每只动物操作时间为 30min（包括注射时间、解剖时间、测量时从铅罐拿出的时间以及处死小鼠的时间）。因此，工作人员全年所受照射时间为 50h。人员年附加有效剂量计算结果见表 7。

表 7 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器工作场所职业人员所接受的最大年附加有效剂量

测点序号	测点位置	附加剂量率 (nSv/h)	照射时间 (h)	居留因子		年附加有效剂量 (μSv)	
				职业	公众	职业	公众
1	高活室 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器淋洗时操作位	465	50	1	-	23.3	-

由表 7 可见：职业人员所接受的最大年附加有效剂量为 23.3 μSv ，低于《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》（京环审[2011]286 号）规定的职业和公众照射剂量约束值（2.0mSv/a 和 0.1mSv/a）。

结论:

北京肿瘤医院放射性同位素和射线装置应用项目环保验收监测结果表明:

职业人员和公众人员所接受的年附加有效剂量均低于《北京市环境保护局关于放射性同位素和射线装置应用项目环境影响报告表的批复》(京环审[2011]286号)规定的职业和公众照射剂量约束值(2.0mSv/a 和 0.1mSv/a)。

核医学科工作场所 α 、 β 表面污染水平均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定的工作场所控制区放射性表面污染控制水平: α : 4Bq/cm², β : 40Bq/cm²。

本次验收监测不包括 Sr-89、Y-90、Lu-177、Re-186 和 Re-188 五种放射性核素。

[以下无正文]

编制人:

刘琦

复核人:

杜娟

签发人:

高鹏 室主任

日期:

2016年01月06日

日期:

2016年01月08日

日期:

2016年01月08日