

# 某医院医用电子加速器建设项目职业病危害控制效果评价

常艾民

中图分类号: R142<sup>+</sup>.2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2013)05-0602-03

**【摘要】** 目的 评价某医院医用电子加速器建设项目职业病危害控制效果,为卫生行政部门审批提供依据。方法 收集相关资料,采用放射卫生学调查、放射卫生检测、职业健康检查和检查表分析法进行综合分析评价。结果 加速器防护性能、相关场所辐射水平检测结果符合国家相关标准,加速器机房的屏蔽防护符合国家相关标准。结论 该项目属于职业病严重的建设项目,该项目职业病危害控制措施基本可行、有效,但需完善自主监测、辐射防护管理制度,加强放射工作人员、应急人员的培训和放射事故应急预案的演习训练。

**【关键词】** 医用电子加速器; 建设项目; 职业病危害; 控制效果

为了满足广大患者的医疗需求,进一步改善自身医疗服务条件,提高治疗肿瘤疾病的能力,某医院新建医用电子加速器项目。为了预防、控制、消除职业病危害,保护放射工作人员和公众的健康与安全,受该医院委托,2012年3月对该建设项目进行了职业病危害控制效果评价。

## 1 内容与方法

**1.1 评价范围与内容** 评价范围包括建设项目试运行期间职业病危害防护设施及效果和职业卫生管理措施等范围。此次评价区域是该医院新建的 XHA 600D 医用电子加速器治疗中心的监督区和控制区,涉及的人群为放射工作人员和进入该区域的公众。评价建设项目选址、总体及设备布局的合理性、职业病危害防护设施及效果、放射工作人员年有效剂量和健康体检结果、放射防护管理和事故应急措施及落实情况、个人使用职业病防护用品的配备及使用情况、职业健康监护和辐射监测等规章制度的落实情况、放射防护专项经费预算及落实情况等。

**1.2 评价依据** 《中华人民共和国职业病防治法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《医用电子加速器卫生防护标准》、《放射工作人员职业健康管理规范》、《医用电子加速器验收试验和周期检验规程》、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分:一般原则》、《建设项目职业病危害控制效果评价技术导则》等作为评价的主要规范、标准依据<sup>[1-6]</sup>;该项目可行性研究报告作为基础依据。

**1.3 评价方法** 通过放射卫生调查、放射卫生检测、职业健康检查等方法收集数据和资料,并结合职业病防护设施、个人职业病防护水平,对试运行期间作业人员的职业病危害因素接触水平及职业健康影响进行评价。依据国家有关职业卫生标准和规范,采用检查表法逐项检查建设项目放射卫生相关内容与国家标准、规范的符合情况;评价总体布局和设备布局,评价放射卫生管理措施等。

**1.4 检测仪器与测量条件** 本次评价工作环境监测使用的仪器为 451P 型加压电离室巡测仪。加速器性能检测仪器为 BluePhantom 型三维水箱、2570/1B 型 Farmer 剂量仪。仪器定期到计量部门进行校准,其测量值可以溯源国家基准。

## 2 结果

**2.1 选址与布局** 该医院新建 XHA 600D 医用电子加速器项目设置于建设单位院内北部一独立建筑内,东侧约 10 m 为锅炉房,西侧为医院墙外约 5 m 的绿化带,南侧约 10 m 为 12 层的病房楼,北侧墙外 6 m 居民楼房。建设项目由加速器治疗机房及其控制室、温控间、模拟定位机房及其控制室、候诊区等组成。加速器治疗机房所在位置上方没有建筑物,下方地面。加速器安装方向为坐南朝北。迷路(放射工作人员和病人进出治疗机房的通道)形状为 Z 型,位于治疗室西侧。控制室和设备间设在治疗机房的西侧,与治疗机房西墙为同一墙体。模拟定位机房位于 XHA 600D 加速器治疗机房西侧。体模室、TPS 治疗计划系统和医生办公室位于加速器机房东侧。医生休息室在医院行政楼一楼。依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》,

加速器治疗室、迷路范围、模拟定位机房划为控制区,加速器治疗机房和模拟定位机房周围及控制室、辅助用房等相关区域划为监督区。该项目选址、工作场所与放疗设备布局基本合理,分区明确,便于实施辐射防护与安全管理,控制职业照射和公众照射。

2.2 建设项目屏蔽设施核实 XHA 600D 型加速器治疗机房由迷路和治疗室构成。迷路为 Z 型迷路,总长约 7 000 mm,空间高度为 3 600 mm。迷路内入口宽 1 950 mm,截面积为  $5.75 \text{ m}^2$ ;外入口宽 1 750 mm,截面积为  $5.4 \text{ m}^2$ 。治疗机房南北宽 7 000 mm,东西长 6 950 mm,面积约  $48.65 \text{ m}^2$ ,治疗室净高约 3 600 mm,容积为  $175 \text{ m}^3$ ,控制室面积约  $12 \text{ m}^2$ ,所有屏蔽墙为混凝土浇筑,混凝土密度为  $2.35 \text{ t/m}^3$ 。其他辅助用房为砖混结构。加速器机房各屏蔽设施施工结果见表 1。防护门高 2 380 mm,宽 1 600 mm,10 mmPb 当量防护厚度,与墙体距离 1.0 cm,且机房门与门洞每边有 20 cm 宽度重叠。模拟定位机房包括模拟定位机机房和控制室,均为混凝土浇筑。施工具体情况及与国家标准符合程度见表 2。

表 1 XHA600D 型加速器治疗机房屏蔽设施施工基本情况

屏蔽墙	施工厚度(mm)
东墙(主屏蔽墙)	2 400
东墙(副屏蔽墙)	1 700
东墙主屏蔽墙投影区宽度	3 200
西墙(迷路内墙、主屏蔽)	2 200
西墙(迷路内墙、副屏蔽)	1 200
西墙(迷路外墙)	1 000
西墙主屏蔽墙投影区宽度	2 850
南墙(副墙)	1 200
北墙(副墙)	1 200
室顶(主墙)	1 800
室顶(副墙)	900
室顶主屏蔽墙投影区宽度	3 200

2.3 辐射安全装置和卫生防护措施 在 XHA 600D

表 2 模拟定位机机房施工基本情况

检查项目	国家标准要求	建设项目施工情况	符合程度
机房面积	$\geq 24 \text{ m}^2$	$16.5 \text{ m}^2$	不符合
铅玻璃观察窗	2 mmPb 当量	2 mmPb 当量	符合
机房门	2 mmPb 当量	未知	无法判断
机房四周墙	2 mmPb 当量(相当于 240 mm 砖墙)	240 mm 砖墙	符合
机房顶	2 mmPb 当量(相当于 240 mm 砖墙)	120 mm 混凝土浇筑	符合
操作方式	操作台应安置在具有 0.5 mmPb 当量防护厚度的防护设施内	隔室操作 240 mm 砖墙(相当于 2 mmPb)	符合

2.6 职业健康检查 建设单位制定有《放射工作人员健康管理制》,放射工作人员健康体检每年一次,由取得职业健康检查资质的机构承担,并将体检结果存入档案。对加速器治疗放射工作人员进行的职业

型加速器正常工作状态下,对机床头急停开关、控制台急停开关、剂量联锁等各项辐射安全装置进行查验,各项均符合防护安全装置要求。对加速器治疗机房监视系统、双向对讲系统、工作指示灯等卫生防护设施进行查验,各项均符合卫生防护要求。对模拟定位机机房卫生防护设施进行查验,机房门未安装工作指示灯,机房西墙、东墙和北墙上均无激光定位灯,模拟定位机机房的安全设施基本符合相关标准要求。

2.4 加速器性能和相关场所辐射水平监测 工作环境监测用仪器:451P 型加压电离室巡测仪,其探测器为 300 mL 空气电离室,加压 6 个大气压,可检测大于 25 kV 的 X 和  $\gamma$  射线,在 60 ~ 1 000 kV 时有较好的能量响应,响应时间  $\leq 5 \text{ s}$ ,检测下限  $0.10 \mu\text{Sv/h}$ 。加速器性能监测仪器:①BluePhantom 型三维水箱,限定最大扫描范围: X 方向最大范围为 480 mm, Y 方向最大范围为 470 ~ 480 mm, Z 方向最大范围为 410 mm。② 2570/1B 型 Farmer 剂量仪,使用条件:温度在 10 ~  $40^\circ\text{C}$ ,气压在 37.5 ~ 82.5 mmHg;适用于 2 570 ~ 600 mL、2 575 ~ 600 mL 和 2 532/3 - 0.03 mL 软 X 射线电离室。加速器防护性能和相关场所辐射水平检测结果均符合国家相关标准要求,见表 3、表 4。

2.5 个人剂量监测 国家规定放射工作人员必须进行个人剂量监测,在工作时必须佩戴个人剂量计,并将个人剂量监测结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的卫生技术服务机构进行。对建设项目 9 名放射工作人员进行个人剂量监测,佩戴周期为 30 天,进行 3 个周期的个人剂量验证监测,估算放射工作人员年有效剂量在 0.24 ~ 0.48 mSv 之间,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求,亦符合建设单位放射工作人员年有效剂量 5 mSv 的管理目标值。

健康检查结果表明,参加体检的放射工作人员各检查项目基本无异常发现,符合从事放射工作要求的健康条件。

2.7 控制潜在的辐射危害 建设单位针对射线装置

可能发生的事故,制定了详细的《辐射事故应急处理预案》。

2.8 个人防护用品配备和使用情况 建设单位配备有个人剂量报警仪、铅帽、铅围脖、铅衣。建设项目放

射工作人员和受检者个人防护用品配备较为齐全,能正常使用,放射工作人员能正确佩戴个人剂量计,放射防护用品配置基本能满足个人辐射防护要求。

表 3 XHA600D 型加速器防护性能检测结果

检测项目	检测条件(位置)	检测结果	标准要求	评价
等中心指示(mm)	NTD 处	最大偏差 +0.4	$\pm 2$	符合
等中心距离指示(mm)	NTD 处	偏差 +1.0	$\pm 2$	符合
辐射野的光野指示(mm)	NTD 处,光野 10 cm × 10 cm	最大偏差 -0.7(Y 方向)	$\pm 2$	符合
	NTD 处,光野 35 cm × 35 cm	最大偏差 -0.6(Y 方向)	$\pm 3$	符合
辐射穿透性(%)	NTD 处,光野 10 cm × 10 cm	65.6	$67 \pm 3$	符合
重复性(%)	光野 10 cm × 10 cm	0.18	$\leq 0.7$	符合
线性(%)	光野 10 cm × 10 cm	-0.59	$\pm 2$	符合
日稳定性(%)	光野 10 cm × 10 cm	-0.08	$\pm 2$	符合
均整度(%)	光野 10 cm × 10 cm	104.8	$\leq 106$	符合
	光野 35 cm × 35 cm	103.8	$\leq 110$	符合
对称性(%)	光野 10 cm × 10 cm	101.9	$\leq 103$	符合
	光野 35 cm × 35 cm	101.9	$\leq 103$	符合
最大有用束外的漏射线限制(%)	射野关最小,加 12 cm 铅挡,垂直于束轴,等中心平面 2 m 范围内测量	最大 0.12,平均 0.05	最大 $\leq 0.2$ 平均 $\leq 0.1$	符合
移动束治疗稳定性(°)	预置 270 cGy,起始角度 0°,每度 3 cGy,终止角度 89.9°	偏差 -0.1°	$\pm 3^\circ$	符合

表 4 XHA600D 型加速器相关场所辐射水平检测结果<sup>1)</sup>

检测项目	检测条件	检测结果(μSv/h)	标准要求(μSv/h)	评价
东墙外	机头向东,不加模体	0.08 ~ 0.13	$\leq 2.5$	符合
	机头向下,加模体	0.09 ~ 0.13	$\leq 2.5$	符合
西墙外	机头向西,不加模体	0.12 ~ 0.15	$\leq 2.5$	符合
	机头向下,加模体	0.10 ~ 0.15	$\leq 2.5$	符合
南墙外	机头向下,加模体	0.12 ~ 0.57	$\leq 2.5$	符合
北墙外	机头向下,加模体	0.11 ~ 0.98	$\leq 2.5$	符合
机房门外表面	机头向下,加模体	0.10 ~ 0.12	$\leq 2.5$	符合
顶表面(加厚带部分)	机头向上,不加模体	0.19 ~ 13.2	$\leq 100^{2)}$	符合
顶表面(非加厚带部分)	机头向上,不加模体	0.19 ~ 8.7	$\leq 100^{2)}$	符合
控制室工作人员位	机头向下,加模体	0.11 ~ 0.13	-	-

注:1) 通用检测条件:X 射线能量 6 MV,常用最大剂量率 380 cGy/min,照射野 40 cm × 40 cm,检测位置距离墙面或门表面,顶表面 30 cm; 2) 目标管理值。

2.9 放射防护管理 建设单位根据国家有关放射防护法律、法规的要求结合该医院放射工作的实际情况,成立了切实可行的放射防护管理机构,设有专职人员负责放射防护管理工作,负责制定全院放射防护管理工作的有关条例规定及执行情况,组织实施全院放射人员的培训、体检、营养保健等管理工作及放射性工作场所及周围环境的定期监测和检查工作等。建设单位放射防护管理机构能正常履行其职责,现有放射防护与安全管理制度、管理人员的配备、加速器定期检查检修制度等基本齐全和规范。

### 3 讨论

3.1 评价 建设单位的建筑与设备布局合理,放射防护控制区与监督区划分明确。治疗机房屏蔽墙厚度能满足放射防护要求。建设项目采取的防护安全设施基本符合纵深防御、多元性、独立作用等原则。XHA 600D 医用电子加速器防护性能检测结果均符合国家相关标准要求。放射工作人员年有效剂量能够达到国家标准和管理目标值要求。放射工作人员职业健康状况满足国家相关标准要求。建设单位设置有放射防护管理组织,制定有相关管理规章制度、放射事故或放射突发事件应急预案等。

## 医用陀螺刀建设项目职业病危害放射防护预评价

康智忠<sup>1</sup>, 张艳红<sup>2</sup>, 李国伟<sup>2</sup>, 王诗斌<sup>3</sup>, 曹丽娟<sup>1</sup>, 张青文<sup>1</sup>

中图分类号: R814.49 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2013)05-0605-02

【摘要】 目的 识别、分析、评价医用陀螺刀可能产生的放射性职业病危害因素,并对医用陀螺刀机房的屏蔽防护设计进行安全评价,从而预防、控制或消除该建设项目可能产生的潜在的职业病危害,保护工作人员及公众的健康安全。方法 采用综合评价法、类比法进行评价。结果 该医用陀螺刀机房的选址与总体布局、设备安装、放射防护设施设计、设备使用过程中产生的电离辐射,经类比单位该项目的实际检测结果符合国家放射防护有关规定。结论 该项目产生的辐射危害等级分类为 A 类,但设备使用过程中产生的放射性职业病危害是可以预防的,在严格执行了放射卫生防护相关标准后,该医用陀螺刀机房建设项目是可行的。

【关键词】 医用陀螺刀; 建设项目; 预评价

某医院拟新建医用陀螺刀  $\gamma$  射线立体定向治疗系统,依据《中华人民共和国职业病防治法》的要求对其进行建设项目放射性职业病危害预评价。

## 1 内容与方法

1.1 评价内容 主要包括建设项目概况、辐射源项分析、类比调查、防护措施评价、辐射监测计划、放射性职业病危害因素评价、放射防护管理措施和应急准备。

1.2 评价依据及标准 依据《中华人民共和国职业病防治法》《建设项目职业病危害评价规范》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《X、 $\gamma$  射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》等相关标准。

1.3 建设单位提供的资料 包括该建设项目的审批文件、医院医用陀螺刀建设项目部分设计图纸、医用

陀螺刀机房所处位置、占地面积及毗邻关系图。

1.4 评价方法及程序 选择与该建设项目相类似的单位进行类比调查,采用综合评价法、类比法与经验法进行评价。评价程序按《建设项目职业病危害评价规范》规定的程序进行评价。

## 2 各环节综合分析评价

2.1 建设项目概况: 医用陀螺刀治疗室基本情况分析评价 设计新建的医用陀螺刀机房位于医院放疗中心一端,拟购买型号为 GMX-1 陀螺刀。治疗室为椭圆型设计,面积为 40 m<sup>2</sup>,治疗室高度为 3.9 m,机房四周墙及顶层设计防护厚度为 600 mm 钢筋混凝土结构(相当于 10 mm 以上铅当量),医用陀螺刀机房的防护门为 25 mm 铅当量。机房设备设计布局合理,便于工作和检查。机房内设计有强制通风设备。机房外设计有电离辐射标志及醒目的工作指示灯;制定了

作者单位: 1 安阳市疾病预防控制中心,河南 安阳 455000; 2 安阳县环境保护局; 3 安阳钢铁集团公司  
作者简介: 康智忠,男,主任医师,从事放射卫生工作。

3.2 建议 完善辐射防护管理制度,落实放射治疗质量保证大纲和质量控制检查计划的实施。加强应急人员的培训和演习训练,保持应对辐射安全突发事件的能力。对新进的放射工作人员严格按照国家标准进行放射工作人员上岗前体检,体检项目按国家标准要求进行,体检合格方可从事放射工作。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 126-2002 医用电子加速器

卫生防护标准[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2002.

- [3] 中华人民共和国卫生部令第 55 号. 放射工作人员职业健康管理暂行办法[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 19046-2003 医用电子加速器验收试验和周期检验规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 201.1-2007 放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分: 一般原则[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 197-2007 建设项目职业病危害控制效果评价技术导则[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

(收稿日期: 2013-04-20)