

# 新建 1 座医用直线加速器机房 项目竣工环境保护验收监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第052号

建设单位： 南京医科大学第二附属医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二一年十二月

## 1 项目概况

### 1.1 建设单位基本情况

南京医科大学第二附属医院建于 1951 年，是江苏省卫生健康委直属的三级甲等综合医院。南京医科大学第二附属医院已重新申领了辐射安全许可证（苏环辐证[00277]），种类和范围为：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所；有效期至 2022 年 11 月 5 日。

### 1.2 项目建设规模

南京医科大学第二附属医院有姜家园院区、萨家湾院区和迈皋桥院区三个院区。

为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，南京医科大学第二附属医院拟在位于南京市鼓楼区姜家园 121 号的姜家园院区内门诊楼负一层车库西部新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗。该项目已于 2020 年 6 月完成项目的环境影响评价，于 2020 年 8 月 18 日取得了江苏省生态环境厅关于该项目的环评审批意见，文号：苏环辐（表）审[2020]35 号。

目前，南京医科大学第二附属医院已于姜家园院区内门诊楼负一层车库西部新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器（X 射线能量：6、10MV，电子线：4、6、8、10、12、15MeV），用于肿瘤的放射治疗。新建 1 座医用直线加速器机房项目实际建设规模及主要技术参数与环评及批复一致，无变动情况，项目于 2020 年 9 月开工，于 2021 年 7 月竣工。

目前，南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目已建成，已配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器，本项目配套环保设施和主体工程均已同时建成并完成调试，具备竣工环境保护验收条件。

### 1.3 验收工作由来

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，于 2021 年 8 月组织并启动验收工作，委托南京瑞森辐射技术有限

公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。项目委托书见附件 1。

南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，编制了《南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目竣工环境保护验收监测方案》。本次验收内容包括：于姜家园院区内门诊楼负一层配备医科达 Infinity 型（X 射线能量：6、10MV）医用直线加速器。南京瑞森辐射技术有限公司开展了现场监测和核查，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

#### 1.4 项目基本信息一览表

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息

项目名称	新建 1 座医用直线加速器机房项目竣工环境保护验收		
建设单位	南京医科大学第二附属医院		
法人代表		项目联系人	
联系电话			
通讯地址	南京市鼓楼区姜家园 121 号		
项目地点	南京市鼓楼区姜家园 121 号该医院姜家园院区内		
建设性质	新建		
环评单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
环评报告名称	《新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表》		
环评审批部门	江苏省生态环境厅	批复时间	2020 年 8 月 18 日
批准文号	苏环辐（表）审[2020]35 号		
竣工验收单位	南京瑞森辐射技术有限公司	委托时间	2021 年 8 月 2 日
总投资（万元）			
核技术项目投资（万元）		核技术项目环保投资（万元）	

南京医科大学第二附属医院本次验收项目环评审批及实际建设情况见表 1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表》	建设地点：位于南京市鼓楼区姜家园 121 号的姜家园院内门诊楼负一层车库西部。 项目内容：新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗。 批复时间：2020 年 8 月 18 日	建设地点：位于南京市鼓楼区姜家园 121 号的姜家园院内门诊楼负一层车库西部。 项目内容：新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器（X 射线能量：6、10MV，电子线：4、6、8、10、12、15MeV），用于肿瘤的放射治疗。	本项目实际建设规模及主要技术参数与环评及其批复范围一致，无变动情况。

## 2 验收依据

### 2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令 第六号，2003年10月1日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令709号，2019年3月2日施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部部令 第20号，2021年1月4日起施行；
- 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令 第16号，2021年1月1日起施行；
- 9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145号文）；
- 10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；
- 11) 《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》，环办〔2013〕103号，2014年1月1日起施行；
- 12) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），2018年5月1日起实施；
- 13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日起施行；
- 14) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第55号，2007年11月1日起施行；

15) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告[2018]第 9 号, 2018 年 5 月 15 日印发;

16) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单(试行)〉的通知》, 生态环境部办公厅, 环办环评函[2020]688 号, 2020 年 12 月 13 日印发。

## 2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);
- 2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);
- 3) 《电离辐射监测质量保证一般规定》(GB 8999-1988);
- 4) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);
- 5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007);
- 6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分: 电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T 201.2-2011);
- 7) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020);
- 8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);
- 9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)
- 10) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)。

## 2.3 建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件

1) 《新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表》, 南京瑞森辐射技术有限公司, 2020 年 6 月。见附件 2;

2) 《关于南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表的批复》, 江苏省生态环境厅, 审批文号: 苏环辐(表)审[2020]35 号, 2020 年 8 月 18 日。见附件 3。

## 2.4 其他相关文件

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(辐射防护第 13 卷第 2 期, 1993 年 3 月), 江苏省环境监测站。

表 2-1 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.9~101.9	108.9~123.6
均值	79.5	115.1
标准差（s）	7.0	16.3
（均值±3s）*	79.5±21.0（58.5~100.5）	115.1±48.9（66.2~164.0）

\*：评价时参考数值

### 3 项目建设情况

#### 3.1 地理位置及平面布置

项目名称：新建 1 座医用直线加速器机房项目竣工环境保护验收。

建设地点：南京市鼓楼区姜家园 121 号南京医科大学第二附属医院姜家园院区，南京医科大学第二附属医院姜家园院区地理位置见图 3-1，本项目周围 50m 范围环境示意图见图 3-2。

本项目周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照见表 3-1 至表 3-2，由表可知，本项目建设情况与环评及其审批意见一致。

表 3-1 医院姜家园院区周围环境现场核实表

位置		周围环境现场核实情况		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
南京医科大学第二附属医院姜家园院区	东侧	护城河	护城河	与环评文件一致
	南侧	施工场地	施工场地	与环评文件一致
	西侧	姜家园路及姜家园 110 号院（居民区）	姜家园路及姜家园 110 号院（居民区）	与环评文件一致
	北侧	劳工新区小区	劳工新区小区	与环评文件一致

表 3-2 本项目场所周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照表

位置		周围环境		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
姜家园院区门诊楼负一层医用直线加速器机房	东侧	水冷机房、操作室及走廊	水冷机房、操作室及走廊	与环评文件一致
	南侧	地下车库	地下车库	与环评文件一致
	西侧	土层	土层	与环评文件一致
	北侧	土层	土层	与环评文件一致



位置		周围环境		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
	上方	院内道路	院内道路	与环评文件一致
	下方	土层	土层	与环评文件一致



图 3-1 南京医科大学第二附属医院姜家园院区地理位置示意图



图 3-2 本项目 50m 范围周围环境示意图

表 3-3 南京医科大学第二附属医院本次验收项目环评及实际建设规模主要技术参数

射线装置								
名称	环评建设规模			实际建设规模				
	数量	型号	技术参数	工作场所	数量	型号	技术参数	工作场所
医用直线加速器	1	医科达 Infinity 型	X 射线能量：6、10MV 电子线能量：4、6、8、10、12、15MeV	姜家园院区门诊楼 负一楼医用直线加速器 机房	1	医科达 Infinity 型	X 射线能量：6、10MV 电子线能量：4、6、8、10、12、15MeV	姜家园院区门诊楼 负一楼医用直线加速器 机房

表 3-4 南京医科大学第二附属医院本次验收项目废弃实物实际建设规模

名称	环评建设规模							实际建设规模	
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况		最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧常温下自动分解为氧气，对环境影响较小。	与环评一致

## 3.2 建设内容

南京医科大学第二附属医院姜家园院区位于南京市鼓楼区姜家园 121 号，医院于姜家园院区门诊楼负一层配备 1 台医科达 Infinity 型(X 射线能量:6、10MV)医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗。本次验收项目环评及实际建设规模主要技术参数见表 3-3，废弃物实际建设规模见表 3-4。

## 3.3 工作原理及工作流程

### 3.3.1 工作原理

医用直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，医用直线加速器是利用具有一定能量的高能电子与大功率微波的微波电场相互作用，从而获得更高的能量。这时电子的速度增加不大，主要是质量不断变大。电子直接引出，可作电子线治疗，电子打击重金属靶，产生韧致辐射发射 X 射线，作 X 线治疗。

医用直线加速器至少要包括，一个加速场所（加速管），一个大功率微波源和波导系统，控制系统，射线均整和防护系统。医用直线加速器按照微波传输的特点分为行波和驻波两类，其基本结构和系统包括电子枪、微波功率源（磁控管或者速调管）、波导管（隔离器、RF（射频微波源）监测器、移相器、RF 吸收负载、RF 窗等）、DC 直流电源（射频发生器、脉冲调制器、电子枪发射延时电路等）、真空系统（真空泵）、伺服系统（聚焦线圈、对中线圈）、偏转系统（偏转室、偏转磁铁）、剂量监测系统、均整系统、射野形成系统等，分别安装于治疗头、固定机架、旋转机架、治疗床、控制台等处。

南京医科大学第二附属医院于姜家园院区门诊楼负一层配备的医科达 Infinity 型医用直线加速器，其 X 射线能量为 6、10MV，6MV 时最大剂量率为 1400cGy/min，10MV 时最大剂量率为 2200cGy/min，电子线最大能量为 15MeV。本项目医用直线加速器设备外观见图 3-3。



图 3-3 医用直线加速器外观图

### 3.3.2 工作流程及产物环节

本项目医用直线加速器工作流程及产污环节分析见图 3-4。



图 3-4 本项目医用直线加速器工作流程及产污环节示意图

### 3.4 项目变动情况

南京医科大学第二附属医院本次验收项目实际建设规模及主要技术参数与环评及其批复一致，无变动情况。



## 4 辐射安全与防护环境保护措施

### 4.1 污染源项分析

由医用直线加速器工作原理和 workflows 可知，本项目主要产生以下污染：

#### 4.1.1 辐射源项分析

①X 射线：当医用直线加速器以 X 射线模式运行时，从加速器电子枪里发出来的电子束，在加速管内经加速电压加速，轰击到钨金靶上，产生 X 射线。该院购置的医用直线加速器 X 射线能量最大为 10MV，由于 X 射线的贯穿能力极强，将对工作人员、公众及周围环境辐射造成辐射污染。

②电子束：电子束经加速器加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射，贯穿物质时受物质库伦场的影响，贯穿深度有限。加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽，因此，在加速器电子束治疗时，电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

故本项目医用直线加速器运行时产生的辐射源项主要为 X 射线。

#### 4.1.2 其他污染源项分析

臭氧和氮氧化物：在工作状态下，医用直线加速器产生的 X 射线会使机房内的空气电离产生少量的臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排出机房，臭氧在常温下自动分解为氧气，废气对周围环境影响较小。

工作人员和部分病人产生的生活污水和生活垃圾，由院内污水处理站和垃圾处理站统一处理。

### 4.2 辐射安全与防护措施

**布局：**本项目 1 座医用直线加速器机房位于姜家园院区门诊楼负一层，其机房东侧为水冷机房、操作室及走廊，南侧为地下车库，西侧、北侧及下方均为土层，上方为院内道路。医用直线加速器机房操作室与治疗室分离，操作室位于治疗室东侧，室内南北长 7.29m，东西长 7.55m，机房高 3.7m，进行吊顶装修后室内净高 2.78m，治疗室面积（不含迷路）约为 55.0m<sup>2</sup>，治疗室采用直迷路设计，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）

中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定及《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)中“其他治疗机房均应设置迷路”等规定,布局合理。

**辐射防护分区:** 本项目将医用直线加速器机房治疗室作为辐射防护控制区,将操作室、水冷机房划为辐射监督区,本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。本项目医用直线加速器机房平面布置及分区示意图见图 4-1。



图 4-1 医用直线加速器机房平面布置及分区示意图

#### 4.2.1 辐射安全措施

##### 1) 工作状态指示灯和警告标志

本项目医用直线加速器机房防护门处设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规范的电离辐射警告标志的要求。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图 4-2。





图 4-2 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

## 2) 联锁装置

本项目医用直线加速器机房防护门设置有门机联锁装置，只有防护门关闭到位时才能启动设备工作。现场检查门机联锁装置运行正常。

本项目医用直线加速器机房治疗室内设置有开启机房防护门的开门装置，且防护门设置有防挤压功能。

## 3) 视频监控和对讲交流系统

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，在医用直线加速器机房内和迷路均设置了监控装置，监控装置做到了全方位无死角，监控装置显示终端设置在操作室内，便于观察到患者状态，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。视频监控和对讲交流系统见图 4-3。





图 4-3 视频监控和监控对讲系统

#### 4) 急停开关

本项目医用直线加速器机房入口处迷路内、操作室及机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停开关即可关闭设备或停止出源照射，现场已核实。急停开关见图4-4。

#### 5) 固定式剂量仪

固定式剂量报警仪探头安装在机房迷路外墙上，固定式剂量报警仪的显示终端安装在操作室内，见图4-5。



图4-4 急停开关

### 5) 人员监护

医院为新建 1 座医用直线加速器机房项目调配 8 名辐射工作人员，包括 4 名医师及 4 名技师，均已参加辐射安全与防护培训，并且考核合格（名单见表 4-1），并对其进行健康体检（职业健康监护报告见附件 6）及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

表 4-1 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所
王海静	女	本科	医师	FS20JS0200168	姜家园院区门诊楼负一层
金子良	女	本科	医师	FS20JS0200029	姜家园院区门诊楼负一层
唐鹿群	女	本科	医师	FS20JS0200020	姜家园院区门诊楼负一层
刘燕	女	本科	技师	FS20JS0200078	姜家园院区门诊楼负一层

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所
沈 忱	男	本科	技师	FS20JS0200006	姜家园院区门诊楼负一层
田继红	女	本科	医师	FS20JS0200018	姜家园院区门诊楼负一层
时前军	男	本科	技师	FS20JS0200091	姜家园院区门诊楼负一层
刘 颖	女	本科	技师	FS20JS0200086	姜家园院区门诊楼负一层

医院为新建 1 座医用直线加速器机房项目配备有辐射巡测仪 1 台、固定式剂量报警仪 1 套及个人剂量报警仪 3 台。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



(a) 辐射巡测仪



(b) 个人剂量报警仪



(c) 固定式剂量报警仪



图 4-5 辐射监测仪器

#### 4.2.2 辐射防护措施

本项目医用直线加速器机房的建设情况见附件 8，屏蔽防护设计及落实核查结果见表 4-2。

表 4-2 医用直线加速器机房屏蔽防护落实情况一览表

工作场所	参数		环评要求防护设计*	落实情况	备注
医用直线加速器机房	东墙	主屏蔽区	300cm 砼（宽度为 4.6m）	300cm 砼（宽度为 4.6m）	已落实
		次屏蔽区	170cm 砼	170cm 砼	已落实
	南墙	迷路内墙	105cm 砼	105cm 砼	已落实
		迷路外墙	150cm 砼	150cm 砼	已落实
	西墙	主屏蔽区	60cm 砼，西墙外侧最上层为道路，35cm 砼，下面为土层	60cm 砼，西墙外侧最上层为道路，35cm 砼，下面为土层	已落实
	北墙	侧屏蔽区	60cm 砼，北墙外侧最上层为道路，35cm 砼，下面为土层	60cm 砼，北墙外侧最上层为道路，35cm 砼，下面为土层	已落实
	屋顶	主屏蔽区	130cm 砼+40cm 钢板+35cm 砼	130cm 砼+40cm 钢板+35cm 砼	已落实
	防护门		15mm 铅板+100mm 含硼石蜡	15mm 铅板+100mm 含硼石蜡	已落实

注：\*混凝土的密度不低于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅的密度不低于  $11.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，钢的密度不低于  $7.87\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### 4.3 其他环境保护设施

本项目医用直线加速器机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过机房内的机械通风装置排放。

本项目医用直线加速器机房通过新风系统、吸顶式中央空调和排风机进行通风换气和温度调节，新风口和中央空调均设置于机房天花板上，排风口位于机房假墙后东北角，排风口直径 24cm，排风口排风速率为  $4.06\text{m}/\text{s}$ ，治疗室容积为  $152.9\text{m}^3$ ，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 4.3 次，符合相关标准的要求。医院在日常工作中，应加强机房内的通风管理，确保机房通风效果满足相关要求。机房排风口见图 4-6。

医用直线加速器机房内管线连接采用了预埋“U”型管道，穿过医用直线加

速器机房的管线孔（包括通风、电线电缆、水管等）均避开控制台等人员高驻留区，不会破坏机房墙体的屏蔽效果，有效控制管线孔的辐射泄漏。



(a) 排风口

(b) 新风口

图 4-6 机房内通风装置

#### 4.4 辐射安全管理制度

南京医科大学第二附属医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊断活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- 1) 《南医大二附院关于调整放射放免防护领导小组的通知》；
- 2) 《放射事故应急处理预案》；
- 3) 《放射事故预防措施》；
- 4) 《放射防护安全管理制度》；
- 5) 《放射工作人员职业健康管理制度》；
- 6) 《放射工作人员管理制度》；
- 7) 《放射工作人员个人剂量管理制度》；
- 8) 《放射工作人员上岗培训制度》；
- 9) 《直线加速器操作规程》；
- 10) 《放疗科岗位职责》；
- 11) 《辐射设备检修维护制度》；
- 12) 《射线装置使用登记、台账管理制度》；



13) 《辐射环境监测方案》。

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 5。

#### **4.5 辐射安全应急措施**

南京医科大学第二附属医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，满足辐射安全事故应急要求。

#### 4.6 辐射安全与防护措施落实情况

表 4-3 新建 1 座医用直线加速器机房项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立辐射安全防护与环境保护管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有辐射防护领导小组，设立管理机构，并以文件形式明确机构内各人员职责。	已落实
辐射安全防护措施	屏蔽措施：医用直线加速器机房四侧墙体采用混凝土、顶部采用混凝土+钢板进行辐射防护，防护门采用铅防护门。	确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求。	本项目医用直线加速器（型号：医科达 Infinity 型）正常工作（工况：10MV（FFF）X 射线、2200cGy/min、5cm×5cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.22）μSv/h；当此医用直线加速器（型号：医科达 Infinity 型）正常工作（工况：10MV X 射线、600cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.27）μSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗放射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。	已落实
	安全措施：医用直线加速器机房设置门机联锁装置，并设置急停按钮、视频监控系统及对讲装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、视频监控、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。	本项目医用直线加速器机房防护门处设置当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设有门机联锁装置，控制室、治疗室内均设有急停按钮，操作台上设有影像监控对讲装置，医院为本项目配备有 1 套固定式剂量报警仪，其检测探头安装在医用直线加速器机房内，显示终端安装在控制室内。	已落实



核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
人员配备	<p>辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护学习，考核合格后上岗。</p>	<p>对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗。</p>	<p>医院8名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗。</p>	已落实
	<p>辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检(两次监测的时间间隔不应超过3个月)，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>	<p>建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带个人剂量计。</p>	<p>医院8名辐射工作人员均佩戴个人剂量计，每季度送南京瑞森辐射技术有限公司检测。</p>	已落实
	<p>辐射工作人员定期进行职业健康体检(不少于1次/2年)，并建立放射工作人员职业健康档案。</p>		<p>辐射工作人员在上岗前进行职业健康体检，体检合格后上岗操作。已建立职业健康档案。本项目8名放射工作人员均参加了职业健康体检，并取得了放射工作人员职业健康证明，有效期2年。</p>	已落实
<p>监测仪器和防护用品</p>	<p>已配备辐射巡测仪1台，拟配备个人剂量报警仪2台。</p>	<p>配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪。</p>	<p>医院为本项目共配备了1台辐射巡测仪、1套固定式剂量报警仪及3台个人剂量报警仪等辐射监测仪器。</p>	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理制度	<p>操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施。</p>	<p>建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。</p>	<p>已制定辐射安全管理制，包括《南医大二附院关于调整放射防护领导小组的通知》、《放射事故应急预案》、《放射事故预防措施》、《放射防护安全管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制》、《放射工作人员管理制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员上岗培训制度》、《直线加速器操作规程》、《放疗科岗位职责》、《射线设备检修维护制度》、《射线装置使用登记、台帐管理制度》、《辐射环境监测方案》等规章制度。</p>	<p>已落实</p>
辐射监测	<p>/</p>	<p>每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。</p>	<p>每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。医院定期对场所周围环境辐射剂量率进行监测。</p>	<p>已落实</p>

## 5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批文件

### 5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

#### 5.1.1 结论

1) **实践正当性：**南京医科大学第二附属医院拟于姜家园院区门诊楼负一层车库西部新建 1 座医用直线加速器机房并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器（X 射线能量：6、10MV，电子线：4、6、8、10、12、15MeV），用于肿瘤的放射治疗。

本项目均用于医院开展放射治疗工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

2) **选址合理性：**南京医科大学第二附属医院姜家园院区位于南京市鼓楼区姜家园 121 号，院区东侧为护城河，南侧为施工场地，西侧为姜家园路及姜家园 110 号院（居民区），北侧为劳工新区小区。本次新建 1 座医用直线加速器机房项目周围 50m 评价范围除西侧部分超出院区围墙外（机房西侧约 25m 处为姜家园路），东侧、南侧、西侧均位于医院边界内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目选址可行。

本项目医用直线加速器机房划分了控制区及监督区，机房与操作室分开，区域划分明确，布局合理。

3) **辐射环境现状评价：**南京医科大学第二附属医院姜家园院区本次新建 1 座医用直线加速器机房项目拟建址周围环境辐射剂量率在 75nSv/h~93nSv/h 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

4) **环境影响评价：**根据理论估算结果，南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

本项目工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；医用直线加速器机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气；工作人员产生的一般生活垃圾，

收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

**5) 辐射安全措施评价：**南京医科大学第二附属医院姜家园院区医用直线加速器机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识、工作状态灯和门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮及监控装置，操作室通过监视器与对讲机与治疗室联络，符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）的安全管理要求。

**6) 辐射安全管理评价：**南京医科大学第二附属医院已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

南京医科大学第二附属医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。南京医科大学第二附属医院已配备辐射巡测仪1台，还需为本项目配备个人剂量报警仪2台。

综上所述，南京医科大学第二附属医院新建1座医用直线加速器机房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

### 5.1.2 建议和承诺

1) 建议建设单位与规划部门沟通，报备地下加速器机房建设，限制其西侧与北侧地下空间的开发。

2) 不对医用直线加速器机房北侧、西侧的上层道路进行开挖或其它利用。

3) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

4) 各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

5) 定期进行辐射工作场所的检查及监测, 及时排除事故隐患。

6) 医院取得本项目环评批复后, 应及时申请辐射安全许可证, 按照法规要求开展竣工环境保护验收工作, 环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月。

## 5.2 审批部门审批文件

南京医科大学第二附属医院报送的《新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)收悉。经研究, 批复如下:

一、根据《报告表》评价结论, 项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑, 我厅同意该项目建设。医院拟在位于南京市鼓楼区姜家园 121 号的姜家园院区门诊楼负一层车库西部新建 1 座医用直线加速器机房, 并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器, 用于肿瘤的放射治疗。设备详细技术参数见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施, 并做好以下工作:

(一) 严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度, 确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中相应的剂量限值要求。

(二) 定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、视频监控、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施, 确保正常工作。

(三) 建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

(四) 对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训, 并经考核合格后方可上岗, 建立个人剂量档案和职业健康档案, 配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

(五) 配备环境辐射剂量巡测仪, 定期对项目周围辐射水平进行检测, 及时解决发现的问题。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。

(六) 项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续, 依法取得辐射安全许可证并经验收合格后, 方可投入正式运行。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目, 其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、

地点、拟采取的环保措施发生重大变动的,应重新报批项目的环境影响评价文件。

## 6 验收执行标准

### 6.1 人员年受照剂量限值

依据环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表 6-1。

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
南京医科大学第二附属医院 新建 1 座医用直线加速器机房项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.25mSv/a

### 6.2 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### 1) 控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。

#### 2) 监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

### 6.3 工作场所布局要求

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求，本项目医用直线加速器工作场所布局应遵循下述要求：治疗设备控制室应与治疗机房分开设置；其他治疗机房均应设置迷路。

### 6.4 工作场所放射防护安全要求

根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020），本项目医用直线加速器

机房应满足下述要求。

## 6.1 布局要求

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； $\gamma$ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

## 6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021），本项目医用直线加速器机房应满足下述要求。

## 5.1 选址和布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周围环境的辐射影响，不得设置在居民、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。



## 5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子、重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划分为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

## 6.5 安全管理要求及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

## 7 验收监测

### 7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求进行监测。

### 7.2 监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为工作场所 X- $\gamma$ 辐射剂量率。

### 7.3 监测工况

2021年11月26日，南京瑞森辐射技术有限公司对南京医科大学第二附属医院新建1座医用直线加速器机房项目进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目验收工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况*	使用场所
医用直线加速器 (医科达 Infinity 型)	X 射线：6、10MV 电子线：4、6、8、 10、12、15MeV	X 射线：10MV、 输出剂量率：600cGy/min、 照射野：40cm×40cm	姜家园院区 门诊楼负一层 直线加速器机房
		X 射线：10MV、 输出剂量率：2200cGy/min、 照射野：5cm×5cm	

注：\*验收监测工况为该设备常用最大工况。

### 7.4 监测内容

对医用直线加速器机房周围环境布设监测点，特别关注防护门及屏蔽墙外 30cm 处，监测医用直线加速器运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$ 辐射剂量率，每个点位监测 3 个数据。

## 8 质量保证和质量控制

### 8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

#### 8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），见附件 9。

#### 8.1.2 监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求；验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 8-1。

表 8-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	马坚飞	SHFSJ0288（综合类）	2017.07.19
2	张凌云	SHFSJ0286（综合类）	2017.07.19

#### 8.1.3 监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 8-2。

表 8-2 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-107	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 校准证书编号：Y2021-0016246 校准有效期限：2021.03.11~2022.03.10

#### 8.1.4 监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

### 8.2 自主检测质量保证和质量控制

#### 8.2.1 监测仪器

经现场核查，南京医科大学第二附属医院为本项目配备的辐射检测仪均能正

常使用，可以满足日常自检要求。

监测仪器见表 8-3。

表 8-3 检测使用仪器

仪器名称/型号	型号	数量	购买日期	性能状态	备注
固定式剂量报警仪	YC-HM186N 型	1 套	2020.10	良好	/
辐射巡检仪	RP6000 型	1 台	2021.11	良好	/
个人剂量报警仪	FJ2000 型	3 台	2020.10	良好	/

### 8.2.2 人员能力

医院为本项目调配 8 名辐射工作人员，均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行培训，并通过辐射安全与防护考核取得成绩合格证书，见附件 6。

### 8.2.3 监测计划

南京医科大学第二附属医院已为本项目制定了《辐射环境监测方案》等规章制度，以保证日常自检的质量。见附件 5。

## 9 验收监测结果

### 9.1 辐射防护监测结果

本次验收监测结果详见附件 8。本项目医用直线加速器机房周围环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果见表 9-1 至表 9-2，监测点位见图 9-1。

表 9-1 本项目医用直线加速器机房周围环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果（FFF 模式）

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	防护门外 30cm 处（左缝）	0.13	射线朝下
		0.13	射线朝东
2	防护门外 30cm 处（中间）	0.12	射线朝下
		0.13	射线朝东
3	防护门外 30cm 处（右缝）	0.13	射线朝下
		0.13	射线朝东
4	防护门外 30cm 处（下缝）	0.13	射线朝下
		0.14	射线朝东
5	东墙外 30cm 处	0.13	射线朝东
6	东墙外 30cm 处	0.22	
7	东墙外 30cm 处	0.15	
8	南墙外 30cm 处	0.15	射线朝下
9	南墙外 30cm 处	0.13	
10	南墙外 30cm 处	0.12	

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
11	距机房楼上地面 1m 处	0.12	射线朝上
12	距机房楼上地面 1m 处	0.12	
13	穿线口	0.12	射线朝东
14	操作位	0.12	
15	候诊大厅	0.12	关机

注：1、测量结果未扣除宇宙射线响应值；  
2、机房北侧、西侧和下方均为泥土层，人员无法到达。

本项目医用直线加速器（型号：医科达 Infinity 型）正常工作（工况：10MV（FFF）X 射线、2200cGy/min、5cm×5cm）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.12~0.22） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

表 9-2 本项目医用直线加速器机房周围环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	防护门外 30cm 处（左缝）	0.24	射线朝下
		0.27	射线朝东
2	防护门外 30cm 处（中间）	0.21	射线朝下
		0.24	射线朝东
3	防护门外 30cm 处（右缝）	0.18	射线朝下
		0.20	射线朝东
4	防护门外 30cm 处（下缝）	0.23	射线朝下
		0.25	射线朝东

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
5	东墙外 30cm 处	0.12	射线朝东
6	东墙外 30cm 处	0.25	
7	东墙外 30cm 处	0.12	
8	南墙外 30cm 处	0.18	射线朝下
9	南墙外 30cm 处	0.16	
10	南墙外 30cm 处	0.12	
11	距机房楼上地面 1m 处	0.11	射线朝上
12	距机房楼上地面 1m 处	0.12	
13	穿线口	0.12	射线朝东
14	操作位	0.12	
15	候诊大厅	0.11	关机

注：1、测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2、机房北侧、西侧和下方均为泥土层，人员无法到达。

本项目医用直线加速器（型号：医科达 Infinity 型）正常工作（工况：10MV X 射线、600cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.11~0.27） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。

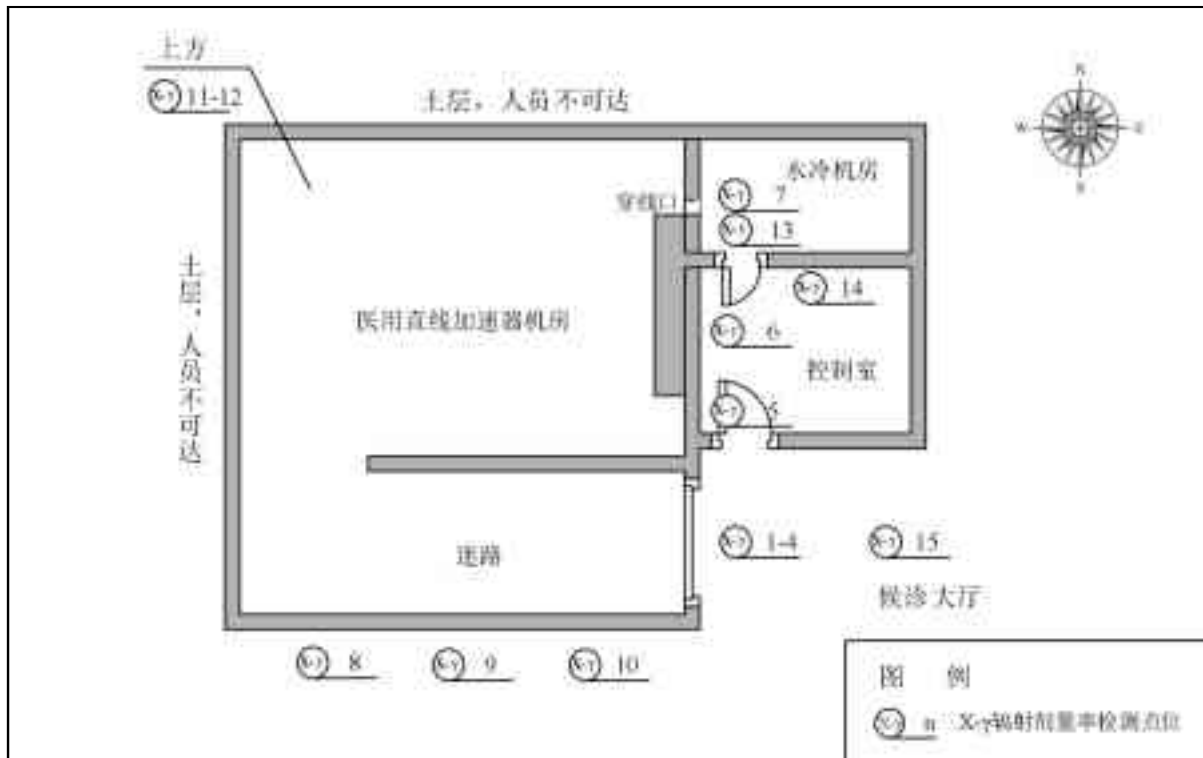


图 9-1 本项目医用直线加速器机房周围 X-γ辐射剂量率监测布点图

## 9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果,对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析,计算未扣除环境本底剂量率。

### 1) 辐射工作人员

目前南京医科大学第二附属医院为本项目配备 8 名辐射工作人员,满足项目的配置要求。辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测,根据医院提供的个人剂量检测报告(2021年4月11日-2021年10月7日,报告编号为:瑞森(剂)字(2021)第(1651)号、瑞森(剂)字(2021)第(2669)号),其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表 9-3。

表 9-3 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

编号	姓名	2021 年 (mSv)		人员年受照剂量* (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
		4.11-7.9	7.10-10.7		
1111024020052	王海静	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020159	金子良	0.02	0.02	0.08	5.0



编号	姓名	2021年(mSv)		人员年受照剂量* (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
		4.11-7.9	7.10-10.7		
1111024020065	唐鹿群	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020050	刘燕	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020157	沈忱	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020049	田继红	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020057	时前军	0.02	0.02	0.08	5.0
1111024020156	刘颖	0.02	0.02	0.08	5.0

注：人员年受照剂量根据2021年第二、第三季度个人剂量监测结果均值估算求得。

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算。本项目医用直线加速器年出束时间约1000h，计算辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，结果见表9-4。

表9-4 本项目机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

场所	关注点位	最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	人员性质	居留因子	年工作时间(h)	人员年有效剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
医用直线加速器机房	操作位	0.12	职业人员	1	1000	0.12	5.0
	防护门外	0.27	职业人员	1/8	1000	0.03	5.0
			公众	1/8	1000	0.03	0.25
	四侧墙外	0.25	职业人员	1/8	1000	0.03	5.0
			公众	1/8	1000	0.03	0.25

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

2.工作人员的年有效剂量由公式  $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$  进行估算，式中： $E_{\text{eff}}$ 为年有效剂量， $D$ 为关注点处剂量率， $t$ 为年工作时间， $T$ 为居留因子（取值参照环评文件）， $U$ 为使用因子（保守取1）。

由表9-3可知，根据医院提供的个人累积剂量监测结果，本项目辐射工作人

员受照剂量低于管理目标值；由表 9-4 可知，根据现场实际监测结果显示，辐射工作人员有效剂量最大为 0.12mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目辐射工作人员个人剂量管理目标值。

## 2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表 9-4。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.03mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为 0.12mSv/a，周围公众年有效剂量均小于 0.03mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。

## 10 验收监测结论

### 10.1 验收结论

南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 南京医科大学第二附属医院姜家园院区位于南京市鼓楼区姜家园 121 号，医院于姜家园院区内门诊楼负一层车库西部新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台医科达 Infinity 型医用直线加速器（X 射线能量：6、10MV，电子线：4、6、8、10、12、15MeV），用于肿瘤的放射治疗。本项目实际建设规模及主要技术参数等在《新建 1 座医用直线加速器机房项目环境影响报告表》及其环评批复一致，无变动情况；

2) 本次新建 1 座医用直线加速器机房项目机房屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。本项目医用直线加速器（型号：医科达 Infinity 型）正常工作（工况：10MV（FFF）X 射线、2200cGy/min、5cm×5cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为(0.12~0.22)μSv/h；当此医用直线加速器(型号：医科达 Infinity 型)正常工作（工况：10MV X 射线、600cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.27）μSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中人员剂量限值要求及本项目剂量管理目标值的要求；满足环评和环评批复的要求。

4) 本项目医用直线加速器机房防护门处设置当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设有门机联锁装置，控制室、治疗室内均设有急停按钮，操作台上设有影像监控对讲装置，医院为新建 1 座医用直线加速器机房项目配备有 1 套固定式剂量报警仪，其检测探头安装在机房治疗室内，显示终端安装在控制室内；满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求；满足环评和环评批复的要求。

5) 医院为本项目共配备了 1 台辐射巡检仪、1 套固定式剂量报警仪及 3 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，满足环评和环评批复的要求。

6) 本项目辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核, 并获得培训合格证书; 本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检, 并建立个人剂量和职业健康档案; 医院具有辐射安全管理机构, 并建立内部辐射安全管理规章制度, 满足环评和环评批复的要求。

综上所述, 南京医科大学第二附属医院新建 1 座医用直线加速器机房项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建 1 座医用直线加速器机房项目环境保护设施满足辐射防护与安全的要求, 监测结果符合国家标准, 满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求, 建议通过验收。

## 10.2 建议

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规, 不断提高核安全文化素养和安全意识;

2) 积极配合生态环境部门的日常监督核查, 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求, 每年 1 月 31 日前将放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次, 监测结果上报生态环境主管部门。