

新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线  
加速器项目  
竣工环境保护验收监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第020号

建设单位： 丰县人民医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二一年六月

# 目 录

<b>1 项目概况</b> .....	<b>1</b>
1.1 建设单位基本情况.....	1
1.2 项目建设规模.....	1
1.3 验收工作由来.....	2
1.4 项目基本信息一览表.....	2
<b>2 验收依据</b> .....	<b>4</b>
2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度.....	4
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范.....	5
2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件.....	5
2.4 其他相关文件.....	6
<b>3 项目建设情况</b> .....	<b>7</b>
3.1 地理位置及平面布置.....	7
3.2 建设内容.....	12
3.3 工作原理及工作流程.....	12
3.4 项目变动情况.....	15
<b>4 辐射安全与防护环境保护措施</b> .....	<b>16</b>
4.1 污染源项分析.....	16
4.2 辐射安全与防护措施.....	17
4.3 其他环境保护设施.....	26
4.4 辐射安全管理制度.....	27
4.5 辐射安全应急措施.....	27
4.6 辐射安全与防护措施落实情况.....	29
<b>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</b> .....	<b>32</b>
5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议.....	32
5.2 审批部门审批文件.....	35
<b>6 验收执行标准</b> .....	<b>37</b>
6.1 人员年受照剂量限值.....	37
6.2 辐射管理分区.....	37

6.3 工作场所布局要求.....	37
6.4 工作场所放射防护安全要求.....	38
6.5 防护用品及防护设施配置要求.....	40
6.6 安全管理要求及环评要求.....	40
<b>7 验收监测.....</b>	<b>41</b>
7.1 监测分析方法.....	41
7.2 监测因子.....	41
7.3 监测工况.....	41
7.4 监测内容.....	41
<b>8 质量保证和质量控制.....</b>	<b>42</b>
8.1 本次验收监测质量保证和质量控制.....	42
8.2 自主检测质量保证和质量控制.....	43
<b>9 验收监测结果.....</b>	<b>44</b>
9.1 辐射防护监测结果.....	44
9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析.....	50
<b>10 验收监测结论.....</b>	<b>53</b>
10.1 验收结论.....	53
10.2 建议.....	54
<b>附件 1 项目委托书.....</b>	<b>55</b>
<b>附件 2 项目环境影响报告表主要内容.....</b>	<b>56</b>
<b>附件 3 项目环境影响报告表批复文件.....</b>	<b>76</b>
<b>附件 4 辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息.....</b>	<b>80</b>
<b>附件 5 辐射安全管理机构及制度.....</b>	<b>87</b>
<b>附件 6 辐射工作人员培训证书及健康证明.....</b>	<b>99</b>
<b>附件 7 个人剂量检测报告.....</b>	<b>108</b>
<b>附件 8 机房屏蔽建设情况说明.....</b>	<b>111</b>
<b>附件 9 竣工环保验收监测报告.....</b>	<b>112</b>
<b>附件 10 验收监测单位 CMA 资质证书.....</b>	<b>127</b>

## 1 项目概况

### 1.1 建设单位基本情况

丰县人民医院始建于 1950 年，是集医疗、急救、教学、科研为一体的综合性医院。丰县人民医院于 2018 年 3 月 28 日重新申领了辐射安全许可证（苏环辐证[C0452]），种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置；有效期至 2023 年 3 月 27 日。

### 1.2 项目建设规模

为了适应医院发展要求，服务患者，丰县人民医院拟在位于徐州市丰县健康路 4002 号新院区内医技楼一层新建 2 台 DSA（型号未定，管电压 $\leq 125\text{kV}$ ，管电流 $\leq 1250\text{mA}$ ）。该项目已于 2016 年 10 月完成项目的环境影响评价，于 2016 年 12 月 1 日取得了原江苏省环境保护厅关于该项目的环评审批意见，文号：苏环辐（表）审[2016]050 号。

丰县人民医院拟在新院区内肿瘤中心负一层新建 1 台医用直线加速器（X 射线最大能量为 10MV）。该项目已于 2017 年 2 月完成项目的环境影响评价，于 2017 年 6 月 1 日取得了原江苏省环境保护厅关于该项目的环评审批意见，文号：苏环辐（表）审[2017]025 号。

目前，丰县人民医院已于新院区外科楼（环评中称为医技楼）一层导管室新建 1 台 DSA（型号：Allura FD20 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA）、于新院区肿瘤中心负一层新建 1 台医用直线加速器（型号：Precise 型，X 射线能量为 6、10MV），外科楼一层另 1 台 DSA 暂未配置到位，另行组织验收。新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目实际建设规模及主要技术参数在其环评及批复范围内，无变动情况：项目于 2018 年 9 月开工，DSA 项目于 2020 年 11 月、医用直线加速器项目于 2021 年 3 月竣工。

目前，丰县人民医院新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目已建成，已配备 1 台 Allura FD20 型 DSA 及 1 台 Precise 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 2020 年 11 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，于 2020 年 11 月编制了《丰县人民医院新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目竣工环境保护验收监测方案》。本次验收内容包括：于新院区内外科楼一层导管室新建 1 台 Allura FD20 型 DSA（最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA）、于新院区肿瘤中心负一层新建 1 台 Precise 型医用直线加速器（X 射线能量为 6、10MV）。南京瑞森辐射技术有限公司于 2020 年 12 月 25 日、2021 年 3 月 25 日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	新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目竣工环境保护验收		
建设单位	丰县人民医院		
法人代表	丁硕	项目联系人	李攀
联系电话			
通讯地址	徐州市丰县凤城镇人民西路 51 号		
项目地点	徐州市丰县健康路 4002 号该医院新院区内		
建设性质	新建		
环评单位	江苏智圆行方环保工程有限公司 江苏润天环境科技有限公司		
环评报告名称	《新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表》 《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》		
环评审批部门	原江苏省环境保护厅	批复时间	2016 年 12 月 1 日 2017 年 6 月 1 日
批准文号	苏环辐（表）审[2016]050 号 苏环辐（表）审[2017]025 号		

竣工验收单位	南京瑞森辐射技术有限公司	委托时间	2020 年 11 月 9 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）	

丰县人民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 2 台 DSA 项目环境影响报告表》	建设地点：位于徐州市丰县东环路西、通惠路北、经五路东该医院内。 项目内容：新建 2 座 DSA 机房，配备 2 台 DSA（管电压 125kV，管电流 1250mA，属医用 II 类射线装置）。 批复时间：2016 年 12 月 1 日	建设地点：徐州市丰县健康路 4002 号丰县人民医院新院区。项目内容：在新院区内外科楼一层导管室新建 1 台 Allura FD20 型 DSA（最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA，属 II 类射线装置）。	新院区外科楼一层另 1 台 DSA 暂未配备，不在本次验收范围。本项目实际建设规模及主要技术参数在环评及其批复范围内，无变动情况。
《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》	建设地点：位于徐州市丰县东环路西、通惠路北、经五路东该医院新区医院内。 项目内容：拟在新区医院肿瘤中心负一楼新增 1 台医用直线加速器（X 射线最大能量为 10MV，II 类射线装置）。 批复时间：2017 年 6 月 1 日	建设地点：徐州市丰县健康路 4002 号丰县人民医院新院区。项目内容：在新院区肿瘤中心负一层新建 1 台 Precise 型医用直线加速器（X 射线能量为 6、10MV，II 类射线装置）。	本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。

## 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/T 61-2001);
- 3) 《电离辐射监测质量保证一般规定》(GB 8999-1988);
- 4) 《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993);
- 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) 《辐射防护仪器 中子周围剂量当量(率)仪》(GB/T 14318-2019);
- 9) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);
- 10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);
- 11) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》(WS 394-2012);
- 12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)。

## 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 2 台 DSA 项目环境影响报告表》, 江苏智圆行方环保工程有限公司, 2016 年 10 月; 《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》, 江苏润天环境科技有限公司, 2017 年 2 月。见附件 2;

2) 《关于丰县人民医院新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表的批复》, 原江苏省环境保护厅, 审批文号: 苏环辐(表)审[2016]050 号, 2016 年 12 月 1 日; 《关于扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表的批复》, 原江苏省环境保护厅, 审批文号: 苏环辐(表)审[2017]025 号, 2017 年 6 月 1 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：新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目竣工环境保护验收。

建设地点：徐州市丰县健康路 4002 号丰县人民医院新院区，丰县人民医院新院区地理位置见图 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 医院新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	
丰县人民医院 新院区	东侧	东环路	金都路	道路更名
	南侧	通惠路	健康路	道路更名
	西侧	经五路	康桥路	道路更名
	北侧	其他商业用房	其他商业用房	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	
导管室	东侧	等候间	无菌室及处置室	无新增敏感目标
	南侧	护士站及候诊区	患者走廊及库房	无新增敏感目标
	西侧	备用间	楼梯间	无新增敏感目标
	北侧	控制室	控制室及设备间	无新增敏感目标
	上方	/	超声检查室	/

位置		周围环境		备注
		环评规划情况	现场核实情况	
	下方	/	地下停车场	/
医用直线加速器机房	东侧	水冷机房及库房	水冷机房及控制室	无新增敏感目标
	南侧	病人等候区及控制室	病人等候区及模拟机房控制室	无新增敏感目标
	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
	上方	库房	库房	与环评文件一致
	下方	土层	土层	与环评文件一致



图 3-1 丰县人民医院地理位置示意图



图 3-2 本项目 50m 范围周围环境示意图

表 3-3 丰县人民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
DSA	1	型号未定	最大管电压 $\leq 125\text{kV}$ 最大管电流 $\leq 1250\text{mA}$	DSA (1) 室	1	Allura FD20 型	最大管电压 125kV 最大管电流 1250mA	导管室
DSA	1	型号未定	最大管电压 $\leq 125\text{kV}$ 最大管电流 $\leq 1250\text{mA}$	DSA (2) 室	/	/	/	/
医用直线 加速器	1	型号未定	X 射线能量： $\leq 10\text{MV}$ 电子线能量： $\leq 18\text{MeV}$	肿瘤中心负一楼	1	Precise 型	X 射线能量：6、10MV 电子线能量：4、6、8、10、 12、15MeV	肿瘤中心 负一层

表 3-4 丰县人民医院本次验收项目废弃物实际建设规模

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	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。	与环评一致
废靶	固态	/	/	/	/	/	不暂存	机器退役时由有资质单位回收处理。	与环评一致

## 3.2 建设内容

丰县人民医院新院区位于徐州市丰县健康路 4002 号，医院于新院区外科楼一层导管室新建 1 台 DSA（型号：Allura FD20 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA）、于新院区肿瘤中心负一层新建 1 台医用直线加速器（型号：Precise 型，X 射线能量为 6、10MV），分别用于诊断、介入治疗和放射治疗。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

#### 1) DSA 项目

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

丰县人民医院于新院区外科楼一层新增的 DSA，型号为 Allura FD20 型，其最大管电压 125kV，最大输出电流 1250mA。该型号 DSA 设备外观见图 3-3。



图 3-3 Allura FD20 型 DSA 外观图

## 2) 医用直线加速器项目

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。

丰县人民医院于新院区肿瘤中心负一层新增的医用直线加速器，型号为 Precise 型，其电子线最大能量为 15MeV；X 射线能量为 6、10MV，最大剂量率为 600cGy/min。该型号医用直线加速器设备外观见图 3-4。





图 3-4 Precise 型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 DSA 工作流程及产污环节分析见图 3-5。

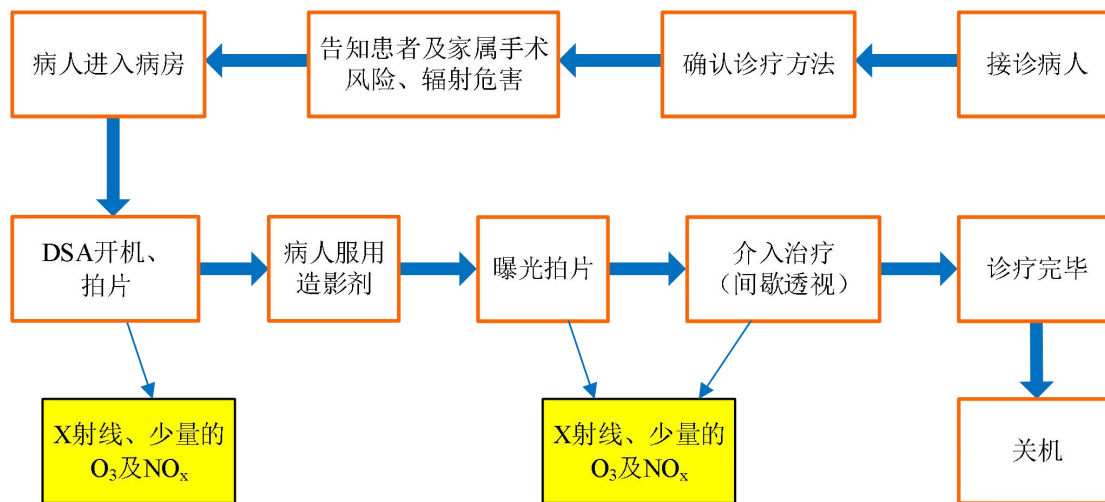


图 3-5 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

本项目医用直线加速器工作流程及产污环节分析见图 3-6。

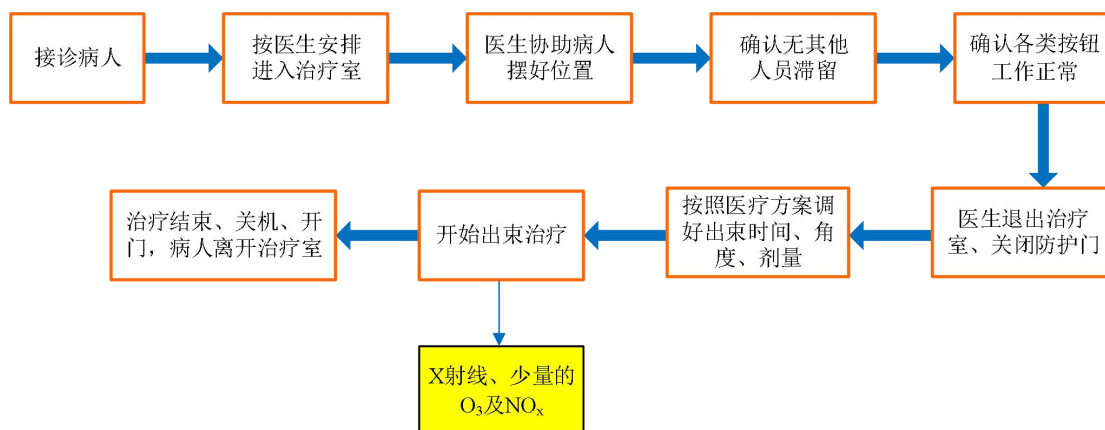


图 3-6 本项目医用直线加速器工作流程及产污环节示意图

### 3.4 项目变动情况

本次验收项目为分期验收，丰县人民医院《新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表》中位于新院区外科楼（环评中称为医技楼）一层 DSA（2）室的 1 台 DSA 未购置到位，不在本期验收范围；《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》中位于新院区肿瘤中心负一层新建的 1 台医用直线加速器其电子线能量 $\leq 18\text{MeV}$ ，实际配备的医用直线加速器（型号：Precise 型，X 射线能量为 6、10MV）其电子线能量为 4、6、8、10、12、15MeV。

丰县人民医院本次验收项目实际建设规模及主要技术参数在环评及其批复范围一致，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 DSA、医用直线加速器工作原理和 workflow 可知，本项目主要产生以下污染：

#### 4.1.1 辐射源项分析

##### 1) DSA 项目

DSA 在工作状态下会发出 X 射线。DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目搬迁的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

##### 2) 医用直线加速器项目

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 射线能量为 6、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。

③中子：当医用直线加速器工作时，高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生 ( $\gamma, n$ ) 光核反应，产生中子辐射。

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、可能存在中子辐射。

④放射性废物：加速器靶物质（件）以及机头等金属部件由于受电子的轰击会产生较强的感生放射性，机器退役后更换下来的废靶件等应作为放射性废物处置。

#### 4.1.2 其他污染源项分析

臭氧和氮氧化物：DSA、医用直线加速器工作时，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

### 1) DSA 项目

**布局：**本项目 DSA 机房（导管室）位于新院区外科楼一层，其机房东侧为无菌室及处置室，南侧为患者走廊及库房，西侧为楼梯间，北侧为控制室及设备间，机房下方为地下停车场，上方为超声检查室，DSA 机房长 11m，宽 6m，面积约为 66m<sup>2</sup>。DSA 机房控制室与扫描室分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，布局合理。

表 4-1 本项目 DSA 机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m <sup>2</sup> )	最小有效面积要求 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度要求 (m)	评价
外科楼一层导管室 (DSA 机房)	11×6=66	20	3.5	满足

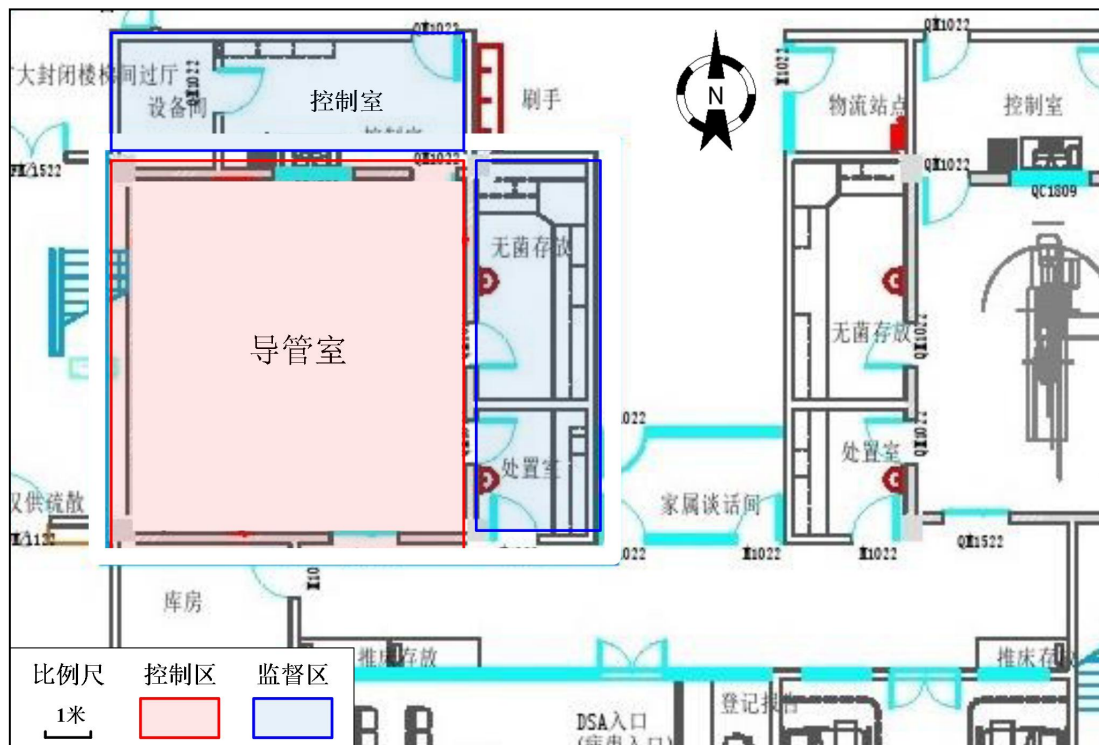


图 4-1 本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图

**辐射防护分区：**本项目将新院区外科楼一层导管室作为辐射防护控制区，将控制室、设备间、无菌室及处置室划为辐射监督区，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 DSA 机房平面布置及分区示意图见图 4-1。

## 2) 医用直线加速器项目

**布局：**本项目医用直线加速器机房位于新院区肿瘤中心负一层，其机房东侧为水冷机房及库房，南侧为病人等候区及控制室，西侧、北侧、下方为土层，机房上方为库房。医用直线加速器机房控制室与治疗室分离，控制室位于治疗室南侧，治疗室面积约 72.2m<sup>2</sup>（不含迷路），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）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，将控制室、病人等候区、水冷机房及库房划为辐射监督区，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 4-2。

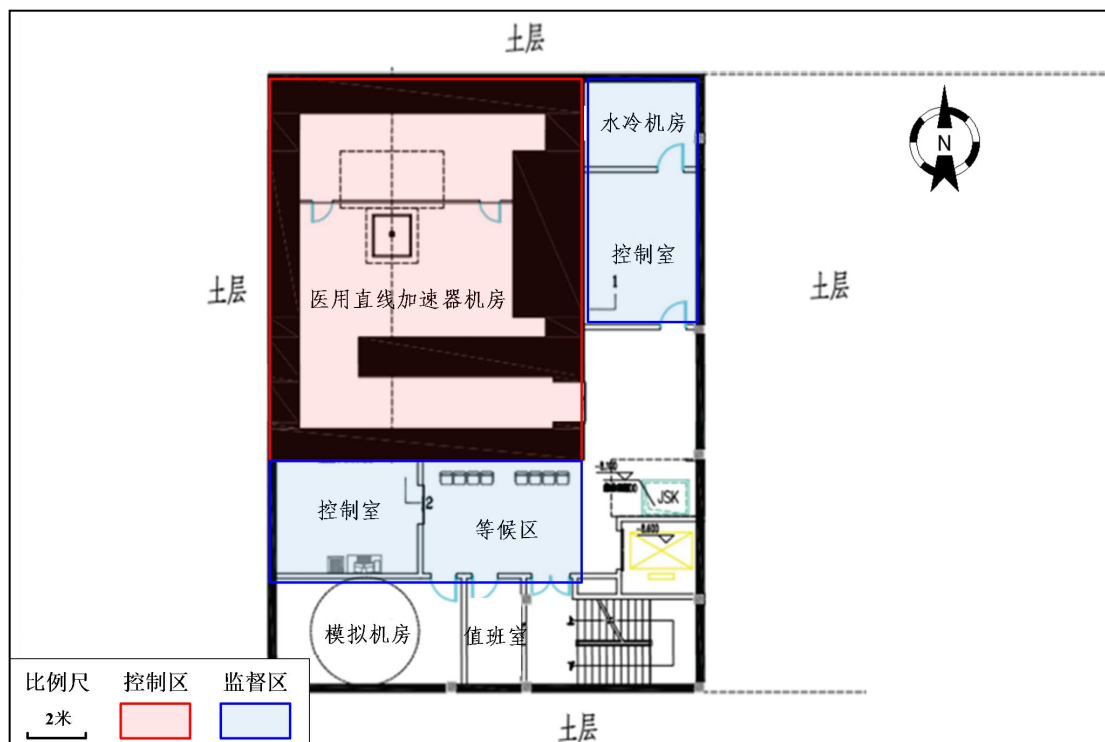


图 4-2 本项目医用直线加速器机房平面布置及分区示意图

#### 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 DSA 机房、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 4-3。



图 4-3 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

## 2) 门机联锁和门灯联锁

本项目 DSA 机房的机房门、控制室门均设置有门灯联锁装置，防护门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门灯联锁装置运行正常。

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。

## 3) 观察和对讲系统

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，对本项目建设的 DSA 机房配备了对讲系统，经现场核查，该对讲系统运行正常。

DSA 机房北面设有 3 个铅当量的观察窗，便于观察到患者和受检者状态，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）相关要求。本项目 DSA 机房观察窗及对讲系统见图 4-4。



图4-4 DSA机房观察窗及对讲系统

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治疗室内和迷路均设置了监控装置（共 3 个），监控装置做到了全方位无死角，监控装置显示终端设置在控制室内，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。医用直线加速器机房监控和对讲系统见图 4-5。



(a) 机房内监控摄像头



(b) 控制室内监控显示终端



(c) 控制室内对讲装置

图 4-5 医用直线加速器机房观察和对讲系统

#### 4) 急停按钮

本项目 DSA 控制室操作台上、机房内设备上均设有急停按钮，医用直线加速器机房入口处迷路内、控制室及机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场已核实。急停装置见图 4-6。



(a) DSA 机房控制室操作台上



(b) DSA 机房内设备上

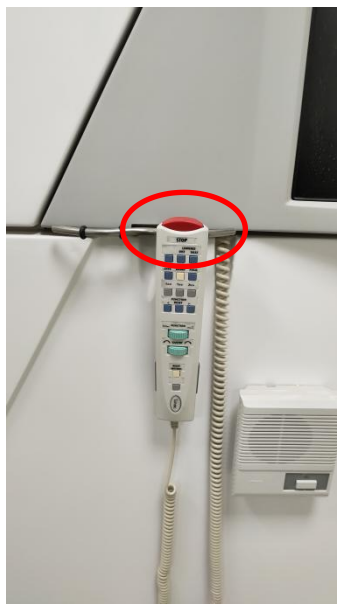




(c) 加速器机房迷道内



(d) 加速器机房控制室内



(e) 加速器机房内设备上

图4-6 急停按钮

### 5) 人员监护

医院为新建 DSA 项目调配 4 名辐射工作人员，为新建医用直线加速器项目调配 6 名辐射工作人员（均已参加辐射安全与防护培训，并且考核合格，名单见表 4-2），并对其健康进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

表 4-2 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
李强	男	本科	医生	苏环辐 0776013	导管室
赵丰	男	本科	医生	苏环辐 0776014	导管室
李攀	男	本科	技师	苏环辐 1753006	导管室
史晓华	男	本科	护士	苏环辐 1753016	导管室
孙祖杰	男	本科	医生	苏环辐 0620136	医用直线加速器机房
唐涛	男	本科	医生	苏环辐 0620139	医用直线加速器机房
张春文	男	本科	技师	苏环辐 0620140	医用直线加速器机房

姓名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所
张朝	男	本科	医生	苏环辐 1753019	医用直线加速器机房
李燕	女	大专	技师	苏环辐 0620141	医用直线加速器机房
宋亚森	女	本科	物理师	苏环辐 1179130	医用直线加速器机房

医院为新建 DSA 项目配备有辐射巡测仪 1 台及个人剂量报警仪 2 台；为新建医用直线加速器项目配备有辐射巡测仪 1 台、固定式报警仪 1 台及个人剂量报警仪 4 台，固定式报警仪检测探头安装在医用直线加速器机房迷路内口墙上，显示终端安装在控制室内，见图 4-7。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) 辐射巡测仪

(d) 固定式报警仪

(e) 个人剂量报警仪

图 4-7 辐射监测仪器

## 6) 防护用品

医院已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“介入放射学操作时，需配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等个人防护用品，其数量应满足开展工作需要；对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb”的要求。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，医院还需为本项目介入工作人员配备介入防护手套，其铅当量应不小于 0.025mmPb。详见图 4-8，个人防护用品清单见表 4-3。

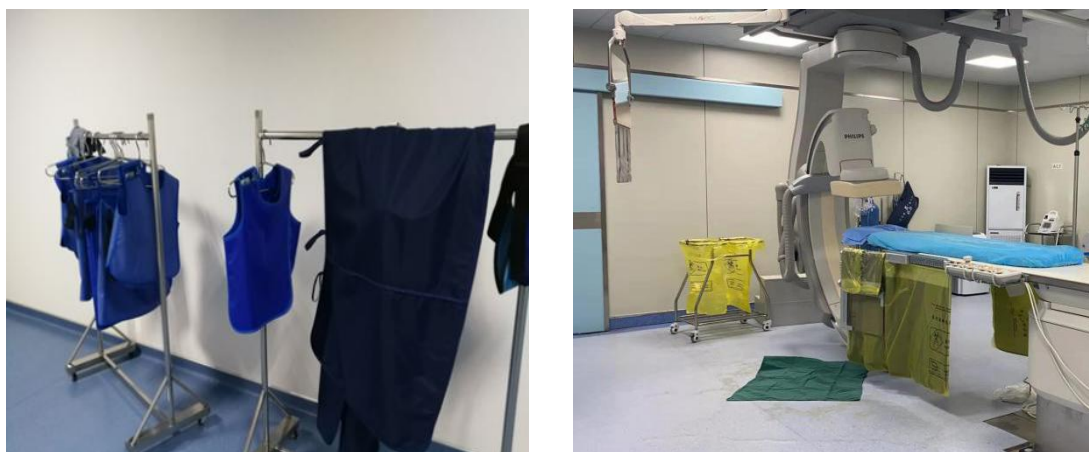


图 4-8 个人防护用品

表 4-3 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	防护参数	数量	用途	购买日期
防护铅衣	0.5mmPb	2 件	医生用	2020.10
铅橡胶背心	0.5mmPb	3 件	医生用	2020.10
		1 件	受检者用	2020.10
铅橡胶围裙	0.5mmPb	3 件	医生用	2020.10
		1 件	受检者用	2020.10
铅橡胶帽子	0.5mmPb	5 件	医生用	2020.10
		1 件	受检者用	2020.10
铅橡胶颈套	0.5mmPb	5 件	医生用	2020.10

防护用品	防护参数	数量	用途	购买日期
		1 件	受检者用	2020.10
铅防护眼镜	0.5mmPb	5 件	医生用	2020.10

#### 4.2.2 辐射防护措施

本项目 DSA 机房、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 4-4。

表 4-4 DSA 机房、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	
DSA 机房	四面墙体	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂层	240mm 实心砖+3mmPb 防护涂层	已落实	
	顶部	120mm 混凝土楼板+3mmPb 防护涂层	120mm 混凝土楼板+3mmPb 防护涂层	已落实	
	底部	120mm 混凝土楼板+3mmPb 防护涂层	120mm 混凝土楼板+3mmPb 防护涂层	已落实	
	防护大门	3mmPb 铅板	3mmPb 铅板	已落实	
	防护小门	3mmPb 铅板	3mmPb 铅板	已落实	
	观察窗	3mmPb 铅玻璃	3mmPb 铅玻璃	已落实	
医用直线加速器机房	东墙	主屏蔽区	275cm 砣（宽度为 640cm）	275cm 砣（宽度为 640cm）	已落实
		次屏蔽区	150cm 砣	150cm 砣	已落实
	南墙	迷道内墙	150cm 砣	150cm 砣	已落实
		迷道外墙	120cm 砣	120cm 砣	已落实
	西墙		120cm 砣	120cm 砣	已落实
	北墙	侧屏蔽区	150cm 砣	150cm 砣	已落实
	屋顶	主屏蔽区	270cm 砣（宽度为 400cm）	270cm 砣（宽度为 400cm）	已落实
		次屏蔽区	150cm 砣	150cm 砣	已落实

工作场所	参数	环评要求防护设计	落实情况	备注
	防护门	12mm 铅板+15cm 含硼石蜡	12mm 铅板+15cm 含硼石蜡	已落实

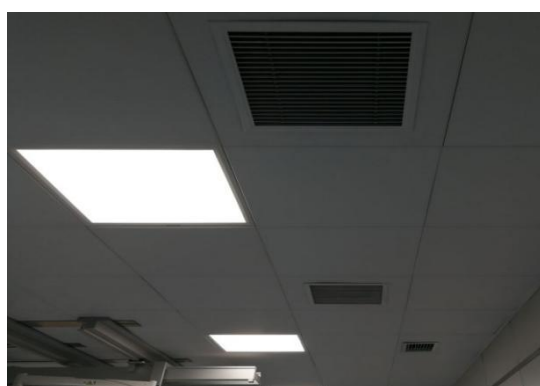
注：混凝土的密度不低于  $2.35\text{g/cm}^3$ ，铅的密度不低于  $11.35\text{g/cm}^3$ ，实心砖的密度不低于  $1.65\text{g/cm}^3$ 。

### 4.3 其他环境保护设施

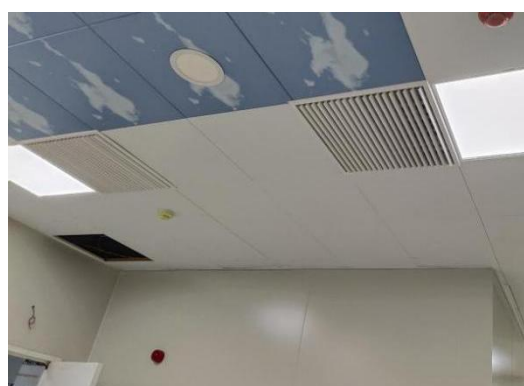
本项目 DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过带有换气功能的空调进行排风，排风口设置于机房吊顶上，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

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，2 个排风口均为长 18.4cm，宽 18.3cm，西排风口排风速率为 3.60m/s，东排风口排风速率为 3.67m/s，治疗室容积为  $185\text{m}^3$ ，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 4.76 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 4-9。

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) DSA 机房通风装置



(b) 加速器机房进风口



(c) 加速器机房排风口

图 4-9 机房内通风装置

#### 4.4 辐射安全管理制度

丰县人民医院根据《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) 《辐射安全与放射防护安全管理制度》；
- 2) 《DSA 操作规程》；
- 3) 《医用直线加速器管理规定及操作规程》；
- 4) 《辐射安全与防护工作人员职责》；
- 5) 《射线装置使用登记、台账管理制度》；
- 6) 《设备维修管理和检测制度》；
- 7) 《放射工作人员培训计划》；
- 8) 《个人剂量检测及辐射环境检测方案》；
- 9) 《放射事故应急处理预案》。

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

丰县人民医院根据《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 4-5 新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器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安全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。	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
辐射安全和防护措施	辐射防护措施	新建的两个 DSA 手术室均为 11.0m、宽均为 6.0m、高为 3.90m，两个 DSA 机房四周墙壁为 240mm 实心砖，另加 3mmpb 防护涂层作为防护；屋顶为 120mm 混凝土楼板，另加 3mmpb 防护涂层作为防护；底面为 120mm 混凝土楼板，另加 3mmpb 防护涂层作为防护；分别供病人和医护人员出入的防护大门和防护小门均采用 3mm 厚的铅作为防护；观察窗采用 3mm 铅当量的玻璃作为防护。工作人员和周围公众的年有效剂量低于项目剂量约束值。	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 DSA（型号：Allura FD20 型）正常工作（检测工况：67kV/425mA）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.09~0.27）μSv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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。新院区外科楼一层另 1 台 DSA 暂未配备，不在本次验收范围。	已落实



核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	医用直线加速器机房采用：东墙主屏蔽为 275cm 砼，次屏蔽为 150cm 砼；西墙主屏蔽和次屏蔽 120cm 砼；南墙迷道内墙为 150cm 砼，迷道外墙为 120cm 砼；防护门采用 1.2cm 铅+15cm 石蜡作为防护。工作人员和周围公众的年有效剂量低于项目剂量约束值。		本项目医用直线加速器（型号：Precise 型）正常工作（工况：X 射线能量：10MV、输出剂量率：600cGy/min）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.11~0.33） $\mu$ Sv/h，机房周围的中子辐射剂量率均 <0.001 $\mu$ 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；机房内设置机械通风装置，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中通风换气的要求。	已落实
	安全措施：DSA 手术室入口处设置有电离辐射警告标志和照射指示灯。 医用直线加速器机房入口处设置有电离辐射警告标志和照射指示灯。同时设计有门机联锁装置及急停按钮。	定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、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 DSA 机房防护门显著位置设置电离辐射警示标志，上方安装工作状态指示灯并与防护门能有效联动，控制室、手术室内设有急停按钮，操作台上设有对讲装置；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，医院为新建医用直线加速器项目配备有 1 台固定式报警仪，其检测探头安装在医用直线加速器机房迷路内口墙上，显示终端安装在控制室内。	已落实
人员配备	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。	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。	医院 10 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。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	建立个人剂量档案和职业健康档案。辐射工作人	医院 10 名辐射工作人员均佩戴个人剂量计，每季度送徐州市疾病预防控制中心检测。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。	员工作时须随身携带个人剂量计。	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。	已落实
监测仪器和防护用品	购置 2 台辐射巡测仪、4 台个人剂量报警仪。	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。	医院为本项目共配备了 2 台辐射巡检仪、1 台固定式报警仪及 6 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器。	已落实
	/	配备必要的个人防护用品。	DSA 机房配备了铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品，满足环评和环评批复的要求。建议根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，为本项目介入工作人员配备介入防护手套。	已落实
辐射安全管理制度	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。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全管理制度，包括《辐射安全与放射防护安全管理制度》、《DSA 操作规程》、《医用直线加速器管理规定及操作规程》、《辐射安全与防护工作人员职责》、《射线装置使用登记、台账管理制度》、《设备维修管理和检测制度》、《放射工作人员培训计划》、《个人剂量检测及辐射环境检测方案》、《放射事故应急处理预案》等规章制度。	已落实
辐射监测	/	每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。	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。	已落实

## 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

##### 《新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表》

1) **实践正当性:** 丰县人民医院为服务患者, 拟在丰县人民医院新区医院医技楼一楼内新增 2 台 DSA 用于医用诊断, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) “实践的正当性”的原则。

2) **选址合理性:** 丰县人民医院新区医院位于丰县经济开发区。医院东侧为东环路, 南侧为通惠路, 西侧为经五路, 北侧为其他商业用房。

本项目 2 座 DSA 机房位于医技楼一楼东北部, 机房呈东西分布, DSA 机房东侧为室外道路, 南侧为医护站及候诊区, 西侧为备用间, 北侧为控制室。

本项目辐射工作场所选址合理, 射线装置机房均与控制室分开, 区域划分明确, 布局合理。

3) **辐射环境现状:** 丰县人民医院新增 2 台 DSA 项目拟建址周围环境 X、 $\gamma$  辐射剂量率在 72.9nSv/h~95.2nSv/h 之间, 与江苏省天然辐射本底水平相比较, 属正常本底水平。

4) **环境影响评价:** 丰县人民医院新建 2 台 DSA 项目墙体屏蔽防护效果良好, 采取的屏蔽措施适当, 从事辐射操作的工作人员和公众成员受到的辐射照射均低于本项目的剂量管理限制的要求(职业人员年有效剂量不超过 6mSv, 公众年有效剂量不超过 0.3mSv), 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于工作人员及公众成员“剂量限值”的要求。

5) **辐射安全措施:** 本项目 DSA 机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和照射指示灯; 各工作人员配备防护铅衣、防护铅围脖、铅帽等防护用品; 放射工作人员按要求佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案。

在落实以上辐射安全措施后, 本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

6) **辐射管理措施和管理制度:** 丰县人民医院新区医院拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台, 个人剂量报警仪 2 台, 辐射工作人员开展个人剂量监测, 拟定期组织放射工作人员进行健康体检, 并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。医院辐射工作人员拟参加辐射安全与防护培训, 考核

合格后方可上岗。

医院已设定专门的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。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照原国家环保总局第 31 号令和环保部第 18 号令，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。

综上所述，丰县人民医院新建 2 台 DSA 机房项目符合正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合项目剂量管理限值的要求。

从保护环境的角度而言，在严格执行本报告提出的“三同时”措施的基础上，本项目建设是可行的。

#### 《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》

1) **实践正当性：**丰县人民医院为服务患者，拟在医院新区医院肿瘤中心负一楼扩建 1 座医用直线加速机房，并配置 1 台医用直线加速器（X 射线最大能量  $\leq 10\text{MV}$ ）用于放射诊疗，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

2) **选址合理性：**丰县人民医院新区医院位于丰县经济开发区。医院东侧为东环路，南侧为通惠路，西侧为经五路，北侧为其他商业用房。本项目 1 座医用直线加速器机房位于肿瘤中心负一层，机房东侧为库房，南侧为机房控制室，西侧及北侧为土层，楼上为库房。

本项目辐射工作场所选址合理，加速器机房治疗室与控制室分开，区域划分明确，布局合理。

3) **辐射环境现状：**丰县人民医院扩建 1 台医用直线加速器项目拟建址周围环境 X、 $\gamma$  辐射剂量率均值在  $83.1\text{nSv/h}\sim 93.1\text{nSv/h}$  之间，属江苏省正常天然辐射本底水平。

4) **环境影响评价：**丰县人民医院扩建 1 台医用直线加速器项目机房采用：东墙主屏蔽为 275cm 砼，次屏蔽为 150cm 砼；西墙主屏蔽和次屏蔽 120cm 砼；北墙侧屏蔽为 150cm 砼；南墙迷道内墙为 150cm 砼，迷道外墙为 120cm 砼；屋顶主屏蔽为 270cm 砼，次屏蔽为 150cm 砼；防护门采用 1.2cm 铅板+15cm 石蜡作为防护。

本项目墙体屏蔽防护效果良好，采取的屏蔽措施适当，符合“在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的控制限值要求。从事辐射操作的工作人员和公众成员受到的辐射照射均低于本项目的剂量管理限制的要求（职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.25\text{mSv}$ ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于工作人员及公众成员（管理限值）”的要求。

**5) 辐射安全措施：**本项目医用直线加速器机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；加速器机房设计门机联锁并安装急停按钮。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

**6) 辐射管理措施和管理制度：**丰县人民医院新区医院拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台，辐射工作人员开展个人剂量监测，拟定期组织放射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。医院辐射工作人员拟参加辐射安全与防护培训，考核合格后方可上岗。

医院已设立专门的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。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，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。

综上所述，丰县人民医院扩建 1 台医用直线加速器项目符合实践的正当性原则，在确保施工质量、落实本报告所提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，其设施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，故从辐射环境保护角度论证，项目是可行的。

### 5.1.2 建议和承诺

1) 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。

2) 各项环保设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。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

## 5.2 审批部门审批文件

### 《关于丰县人民医院新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表的批复》

丰县人民医院报送的《新建 2 台 DSA 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，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于徐州市丰县东环路西、通惠路北、经五路东该医院内，项目内容：新建 2 座 DSA 机房，配备 2 台 DSA（管电压 125kV、管电流 1250mA，属医用 II 类射线装置）。

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。每年请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。

### 《关于扩建1台医用直线加速器项目环境影响报告表的批复》

丰县人民医院报送的《扩建1台医用直线加速器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，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于徐州市丰县东环路西、通惠路北、经五路东该医院新区医院内，项目主要建设内容：拟在新区医院肿瘤中心负一楼新增1台医用直线加速器（X射线最大能量为10MV，属II类射线装置）。项目详细建设内容见《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、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。每年请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
丰县人民医院 新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目	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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 DSA 工作场所布局应遵循下述要求：应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

本项目 DSA 机房防护设施应满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的要求：

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 DSA 机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 <sup>d</sup> m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 <sup>e</sup> m
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5
<sup>a</sup> 双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。 <sup>b</sup> 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。 <sup>c</sup> 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线设备。 <sup>d</sup> 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 <sup>e</sup> 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不小于表 3 的规定。

表 3 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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。

## 6.5 防护用品及防护设施配置要求

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注 1：“—”表示不做要求。 注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				

## 6.6 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/T 61-2001）、《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）、《辐射防护仪器 中子周围剂量当量（率）仪》（GB/T 14318-2019）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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、中子辐射剂量率及医用直线加速器机房内通风风速。

### 7.3 监测工况

2020年12月25日、2021年3月25日，南京瑞森辐射技术有限公司对丰县人民医院新增1台DSA及1台医用直线加速器项目进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 丰县人民医院新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目验收工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况*	使用场所
DSA (Allura FD20 型)	125kV/1250mA	67kV/425mA	新院区外科楼 一层导管室
医用直线加速器 (Precise 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	新院区肿瘤中 心负一层

注：\*验收监测工况为该设备常用最大工况。

### 7.4 监测内容

对 DSA 机房、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 DSA 运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$ 辐射剂量率，监测医用直线加速器运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$ 辐射剂量率及中子辐射剂量率，每个点位监测 5 个数据。对医用直线加速器机房内通风口布设检测点，检测通风装置在运行状态下的通风速率，每个点位监测 5 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江苏省社会辐射环境检测机构辐射检测技术人员上岗培训。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	刘彧妤	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28
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-125	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2020-0096044 检定有效期限：2020.11.2~2021.11.1
2	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-107	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0016246 检定有效期限：2021.3.11~2022.3.10
3	中子周围剂量当量率仪	FH40G+ FHT762	NJRS-022	能量响应：0.025eV~5GeV 测量范围：1nSv/h~100mSv/h 检定证书编号：DLjs2020-00396 检定有效期限：2020.04.26~2021.04.25

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
4	智能风速仪	F30J	NJRS-065	检定证书编号：H2020-0116461 检定有效期限：2020.12.28~2021.12.27

#### 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，丰县人民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
辐射巡测仪	QA BeamChecker Plus	1	2016.12	良好	导管室
个人剂量报警仪	RM-2021	2	2016.12	良好	导管室
固定式报警仪	YDU100	1	2021.01	良好	医用直线加速器机房
辐射巡测仪	RJ38-3602	1	2021.01	良好	医用直线加速器机房
个人剂量报警仪	RJ31-1155	4	2021.01	良好	医用直线加速器机房

#### 8.2.2 人员能力

医院为本项目调配 10 名辐射工作人员，均已参加了苏州大学放射医学研究所培训中心组织的辐射安全与防护培训班，并通过考核取得培训合格证书，见附件 6。

#### 8.2.3 质量保证措施

丰县人民医院已为本项目制定了《个人剂量检测及辐射环境检测方案》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 DSA 机房周围环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1。

表 9-1 本项目 DSA 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 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	控制室	0.10	关机
		0.12	开机
2	东墙外 30cm 处 (无菌室)	0.16	开机
3	东门 1 外 30cm 处 (左侧缝)	0.13	开机
4	东门 1 外 30cm 处 (中间)	0.14	开机
5	东门 1 外 30cm 处 (右侧缝)	0.16	开机
6	东门 1 外 30cm 处 (下侧缝)	0.18	开机
7	东门 2 外 30cm 处 (左侧缝)	0.15	开机
8	东门 2 外 30cm 处 (中间)	0.13	开机
9	东门 2 外 30cm 处 (右侧缝)	0.25	开机
10	东门 2 外 30cm 处 (下侧缝)	0.16	开机
11	东墙外 30cm 处 (处置室)	0.15	开机
12	南墙外 30cm 处 (走廊)	0.15	开机
13	南门外 30cm 处 (左侧缝)	0.13	开机
14	南门外 30cm 处 (中间)	0.15	开机
15	南门外 30cm 处 (右侧缝)	0.13	开机

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
16	南门外 30cm 处 (下侧缝)	0.15	开机
17	南墙外 30cm 处 (库房)	0.14	开机
18	西墙外 30cm 处 (南段)	0.14	开机
19	西墙外 30cm 处 (北段)	0.17	开机
20	北墙外 30cm 处 (设备间)	0.13	开机
21	观察窗外 30cm 处 (左侧缝)	0.13	开机
22	观察窗外 30cm 处 (中间)	0.13	开机
23	观察窗外 30cm 处 (右侧缝)	0.13	开机
24	北墙外 30cm 处 (控制室)	0.14	开机
25	北门外 30cm 处 (左侧缝)	0.11	开机
26	北门外 30cm 处 (中间)	0.13	开机
27	北门外 30cm 处 (右侧缝)	0.13	开机
28	北门外 30cm 处 (下侧缝)	0.16	开机
29	机房楼上地面 100cm 处	0.14	开机
30	机房楼下地面 170cm 处	0.15	开机

注：1、测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2、监测日期：2020 年 12 月 23 日，天气：阴，温度：8℃，湿度：53%RH。

本项目 DSA（型号：Allura FD20 型）正常工作（检测工况：67kV/425mA）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.09~0.27） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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。



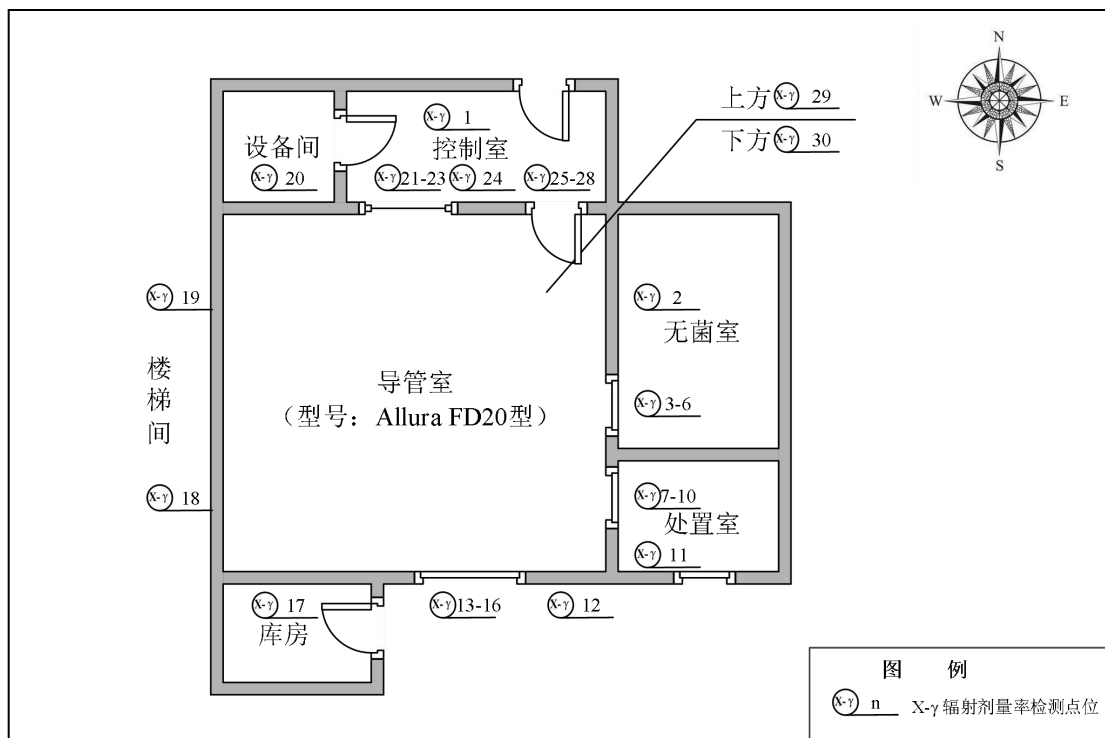


图 9-1 本项目 DSA 机房周围 X-γ辐射剂量率监测布点图

本项目医用直线加速器机房周围环境 X-γ、中子辐射剂量率监测结果见表 9-2 至表 9-3，监测点位见图 9-2。

表 9-2 医用直线加速器机房周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	防护门外 30cm 处 (左缝)	0.33	射线朝南 照射野: 40cm×40cm
		0.13	射线朝南 照射野: 0.2cm×0.2cm
2	防护门外 30cm 处 (中间)	0.24	射线朝南 照射野: 40cm×40cm
		0.13	射线朝南 照射野: 0.2cm×0.2cm
3	防护门外 30cm 处 (右缝)	0.16	射线朝南 照射野: 40cm×40cm
		0.12	射线朝南 照射野: 0.2cm×0.2cm
4	防护门外 30cm 处 (下缝)	0.26	射线朝南 照射野: 40cm×40cm
		0.13	射线朝南 照射野: 0.2cm×0.2cm
5	南墙外 30cm 处	0.14	射线朝南 照射野: 40cm×40cm

测点编号	点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
6	南墙外 30cm 处	0.14	
7	南墙外 30cm 处	0.14	
8	东墙外 30cm 处	0.11	射线朝下 照射野: 40cm $\times$ 40cm
9	东墙外 30cm 处	0.12	
10	东墙外 30cm 处	0.14	
11	穿线口	0.25	
12	操作位	0.11	
13	距机房楼上地面 100cm 处	0.11	射线朝上 照射野: 40cm $\times$ 40cm
14	距机房楼上地面 100cm 处	0.11	
15	距机房楼上地面 100cm 处	0.11	
16	候诊大厅	0.10	关机

- 注: 1、测量结果未扣除宇宙射线响应值;  
2、机房北侧、东侧和下方均为泥土层, 人员无法到达;  
3、天气: 阴, 温度: 16 $^{\circ}\text{C}$ , 湿度: 69%RH。

表 9-3 医用直线加速器机房周围环境中子辐射剂量率监测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	防护门外 30cm 处 (左缝)	<0.001	射线朝南 照射野: 40cm $\times$ 40cm
		<0.001	射线朝南 照射野: 0.2cm $\times$ 0.2cm
2	防护门外 30cm 处 (中间)	<0.001	射线朝南 照射野: 40cm $\times$ 40cm
		<0.001	射线朝南 照射野: 0.2cm $\times$ 0.2cm
3	防护门外 30cm 处 (右缝)	<0.001	射线朝南 照射野: 40cm $\times$ 40cm

测点编号	检测点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
		<0.001	射线朝南 照射野: 0.2cm $\times$ 0.2cm
4	防护门外 30cm 处 (下缝)	<0.001	射线朝南 照射野: 40cm $\times$ 40cm
		<0.001	射线朝南 照射野: 0.2cm $\times$ 0.2cm
5	南墙外 30cm 处	<0.001	射线朝南 照射野: 40cm $\times$ 40cm
6	南墙外 30cm 处	<0.001	
7	南墙外 30cm 处	<0.001	
8	东墙外 30cm 处	<0.001	射线朝下 照射野: 40cm $\times$ 40cm
9	东墙外 30cm 处	<0.001	
10	东墙外 30cm 处	<0.001	
11	穿线口	<0.001	
12	操作位	<0.001	
13	距机房楼上地面 100cm 处	<0.001	射线朝上 照射野: 40cm $\times$ 40cm
14	距机房楼上地面 100cm 处	<0.001	
15	距机房楼上地面 100cm 处	<0.001	

- 注: 1、仪器探测下限 (LLD) 为 1nSv/h;  
 2、机房北侧、东侧和下方均为泥土层, 人员无法到达;  
 3、天气: 阴, 温度: 16 $^{\circ}\text{C}$ , 湿度: 69%RH。

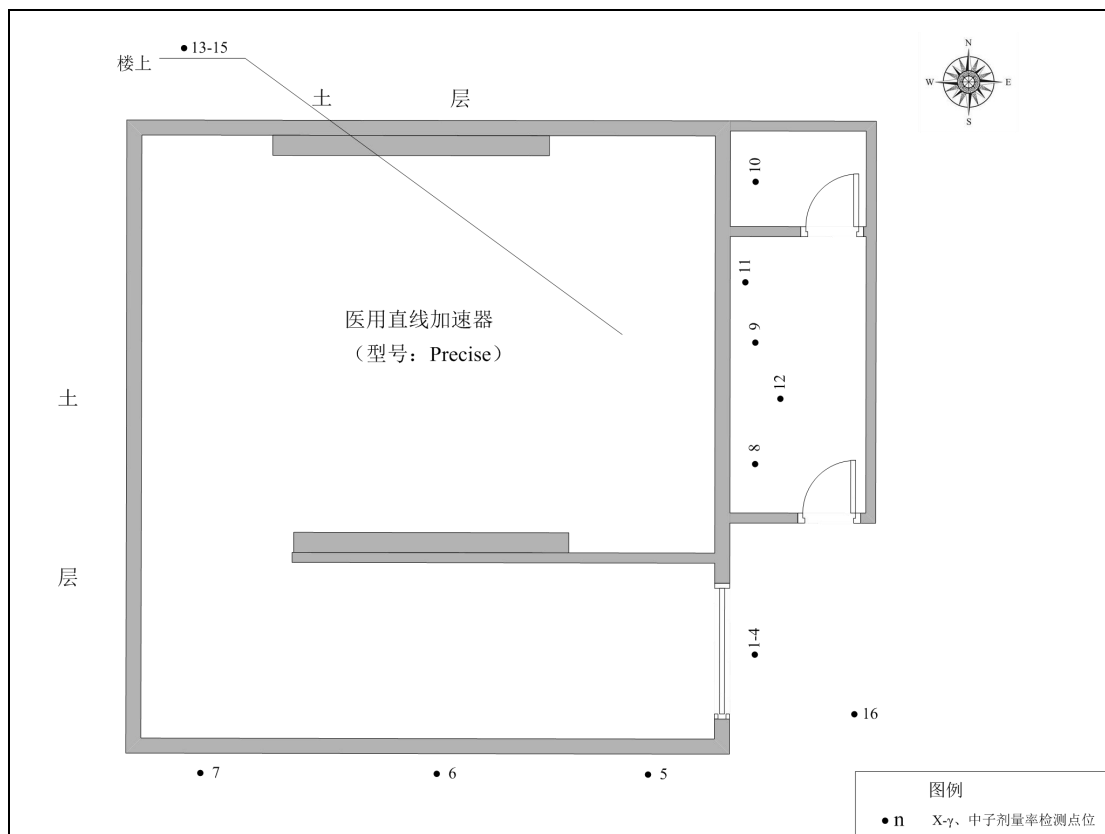


图 9-2 医用直线加速器机房周围环境 X-γ、中子辐射剂量率监测布点图

本项目医用直线加速器（型号：Precise 型）正常工作（工况：10MV X 射线、600cGy/min）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.33） $\mu\text{Sv/h}$ ，机房周围的中子辐射剂量率均  $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，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 9-4 医用直线加速器机房通风检测结果

机房容积 ( $\text{m}^3$ )	平均风速 (m/s)		通风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	换气次数 (次/小时)	标准限值 (次/小时)	单项结论
	西排风口	东排风口				
223.8	3.60	3.67	881.3	4.76	不小于 4	符合

注：排风口装置单个面积为  $0.034\text{m}^2$ 。

经现场检测，医用直线加速器机房内西排风口排风速率为  $3.60\text{m/s}$ ，东排风口排风速率为  $3.67\text{m/s}$ ，矩形排风口横截面积为  $0.034\text{m}^2$ ，机房容积约为  $223.8\text{m}^3$ （包括迷路），经计算机房每小时通风次数为 4.76 次，符合《放射治疗放射防护

要求》（GBZ 121-2020）中“治疗室通风次数不小于4次/h”的要求。

## 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

目前丰县人民医院为本项目 DSA 机房、医用直线加速器项目分别配备 4 名、6 名辐射工作人员，满足项目的配置要求。

本项目新建的 DSA 项目，其辐射工作人员需暴露在 X 射线下进行介入治疗，采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。医院已委托徐州市疾病预防控制中心对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测，根据该医院提供的最近一个季度（2020 年 8 月-2020 年 11 月，报告编号为：（剂）检字第 2020230 号），DSA 项目辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表 9-5。医用直线加速器项目辐射工作人员于 2021 年 3 月开始佩戴个人剂量计，暂未取得个人剂量检测报告。

表 9-5 辐射工作人员个人累积剂量监测结果（mSv）

姓名	工作场所	2020 年	人员年受照剂量	管理目标值
		8.21~11.10		
李 强	导管室	0.24	0.24	1.11
赵 丰	导管室	0.02*	0.02	1.11
李 攀	导管室	0.02*	0.02	1.11
史晓华	导管室	0.02*	0.02	1.11

注：\*个人剂量当量结果<MDL。

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。本项目新建的 DSA 年辐射工作时间约 500h，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 9-6。

表 9-6 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 ( $\text{mSv/a}$ )	管理目标值 ( $\text{mSv/a}$ )
导管室	操作位	0.12	职业人员	1	500	0.06	6.0
	观察窗外	0.13	职业人员	1	500	0.07	6.0
	控制室门外	0.16	职业人员	1/8	500	0.01	6.0
	机房门外	0.15	职业人员	1/8	500	0.01	6.0
			公众	1/8	500	0.01	0.3
	无菌室门外	0.18	职业人员	1/16	500	0.01	6.0
	处置室门外	0.25	职业人员	1/16	500	0.01	6.0
	四侧墙外	0.17	职业人员	1/4	500	0.02	6.0
			公众	1/4	500	0.02	0.3
医用直线 加速器 机房	操作位	0.11	职业人员	1	1000	0.11	5.0
	防护门外	0.33	职业人员	1/8	1000	0.04	5.0
			公众	1/8	1000	0.04	0.25
	四侧墙外	0.25	职业人员	1/4	1000	0.06	5.0
公众			1/4	1000	0.06	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 9-5 可知，根据医院提供的个人累积剂量监测结果，DSA 项目辐射工作人员受照剂量低于管理目标值；由表 9-6 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 0.11mSv/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 9-6。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.06mSv/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 0.11mSv/a，周围公众年有效剂量均小于 0.06mSv/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

丰县人民医院新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器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) 丰县人民医院新院区位于徐州市丰县健康路 4002 号，本项目于新院区外科楼一层导管室新建 1 台 DSA（型号：Allura FD20 型，最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA）、于新院区肿瘤中心负一层新建 1 台医用直线加速器（型号：Precise 型，X 射线能量为 6、10MV），外科楼一层另 1 台 DSA 暂未配置到位，另行组织验收；环评中拟配备的医用直线加速器其电子线能量 $\leq 18\text{MeV}$ ，实际配备的 Precise 型医用直线加速器电子线能量为 4、6、8、10、12、15MeV。本项目实际建设规模及主要技术参数等在《新建 2 台 DSA 项目环境影响报告表》、《扩建 1 台医用直线加速器项目环境影响报告表》及其环评批复范围内，无变动情况；

2) 本次新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器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 DSA（型号：Allura FD20 型）正常工作（检测工况：67kV/425mA）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.09~0.27） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）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；本项目医用直线加速器（型号：Precise 型）正常工作（工况：X 射线能量：10MV、输出剂量率：600cGy/min）时，机房周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量当量率为（0.11~0.33） $\mu\text{Sv/h}$ ，机房周围的中子辐射剂量率均 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，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；机房内设置机械通风装置，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中通风换气的要求。

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 DSA 机房防护门显著位置设置电离辐射警告标志，上方安装工作状态指示灯并与防护门能有效联动，控制室、手术室内设有急停按钮，操作台上



设有对讲装置；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，医院为新建医用直线加速器项目配备有 1 台固定式报警仪，其检测探头安装在医用直线加速器机房迷路内口墙上，显示终端安装在控制室内；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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 2 台辐射巡检仪、1 台固定式报警仪及 6 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，DSA 机房配备了铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、床侧防护帘等防护用品，满足环评和环评批复的要求。建议根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，为本项目介入工作人员配备介入防护手套。

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，丰县人民医院新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新增 1 台 DSA 及 1 台医用直线加速器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国家核技术利用申报系统。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。