

核技术利用建设项目

浙江省人民医院富阳院区数字减影血管造影  
系统（DSA）和医用电子直线加速器  
建设项目环境影响报告表  
（送审稿）

浙江省人民医院富阳院区

2025年1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江省人民医院富阳院区数字减影血管造影  
系统（DSA）和医用电子直线加速器  
建设项目环境影响报告表

建设单位名称：浙江省人民医院富阳院区

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市富阳区春江街道民主村

邮政编码：311421

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：



# 营业执照

(副本)

统一社会信用代码

913301086829321542 (1/2)



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

名称 浙江亿达检测技术有限公司

注册资本 壹仟零壹拾捌万元整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2009年01月16日

法定代表人 孙春花

住所 浙江省杭州市滨江区浦沿街道东冠路611号7幢5层503室

经营范围 许可项目：放射卫生技术服务；职业卫生技术服务；检验检测服务；辐射监测(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准)。一般项目：环境保护监测；环保咨询服务(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)。

登记机关



2024 年12 月11 日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号			
建设项目名称	浙江省人民医院富阳院区数字减影血管造影系统（DSA）和医用电子直线加速器建设项目		
建设项目类别	五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	环境影响报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	浙江省人民医院富阳院区		
统一社会信用代码	12330000MB1R734259		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	浙江亿达检测技术有限公司		
统一社会信用代码	913301086829321542		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1.编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
<b>2.主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
	表 1~表 9		
	表 10~表 13		

编制主持人职业资格证书（复印件）

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	16
表 8 环境质量和辐射现状.....	27
表 9 项目工程分析与源项.....	32
表 10 辐射安全与防护.....	42
表 11 环境影响分析.....	55
表 12 辐射安全管理.....	118
表 13 结论与建议.....	125
表 14 审批.....	130

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江省人民医院富阳院区数字减影血管造影系统（DSA）和医用电子直线加速器建设项目			
建设单位		浙江省人民医院富阳院区			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省杭州市富阳区春江街道民主村			
项目建设地点		浙江省人民医院富阳院区（浙江省杭州市富阳区春江街道竹筒路 300 号）			
立项审批部门		——	批准文号	——	
建设项目总投资（万元）		4000	项目环保投资（万元）	600	投资比例（环保投资/总投资） 15%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	不新增
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	——		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

**1.1 项目建设单位情况**

为满足日益增长的医疗卫生需求，优化医疗资源布局，增加优质医疗资源供给，同时为进一步优化富阳的卫生服务体系，完善富春湾新城基础配套设施，加快江南新城发展，实现拥江发展，2019 年 12 月 13 日经杭州市富阳区发展和改革局批复同意《关于省人民医院富阳院区项目可行性研究报告的批复》，文件号：富发改投资（2019）308 号，医院拟在富阳区富春湾新城民主村地块建设浙江省人民医院富阳院区，该院区东临大桥南路，北侧为蔡伦路，西侧为竹筒路，南侧为同登路。浙江省人民医院富阳院区作为业主单位实施项目建设，杭州富春湾新城建设投资集团有限公司作为执行机构，具体负责项目实施的全过程工作。建设完成后交由浙江省人民医院富阳院区管理运行，届时由医院申请领取辐射安全许可证。该医院按三级甲等综合性医

院标准建设，规划床位 1200 张，总建筑面积 318490 平方米，其中地上总建筑面积 210920 平方米，地下总建筑面积 107570 平方米。项目分两期进行，其中一期总建筑面积 211990 平方米，地上建筑面积 139920 平方米，地下建筑面积 72070 平方米。省人民医院富阳院区（一期）工程南北两个地块同步实施，本项目位于（一期）工程的北地块。

医院委托浙江清雨环保工程技术有限公司编制了《省人民医院富阳院区（一期）环境影响报告书》，于 2021 年 3 月 1 日通过了杭州市生态环境局富阳分局的环保审批，批复文号：富环许审（2021）27 号，见附件 4。目前整个富阳院区正在建设中，暂不具备验收条件。

## 1.2 项目建设目的和任务由来

《浙江省人民医院富阳院区核技术利用扩建项目》以浙江省人民医院的名义于 2021 年 12 月委托编制完成，并于 2022 年 1 月 25 日通过了杭州市生态环境局的环保审批，批复文号：杭环辐评批（2022）3 号，见附件 4。浙江省人民医院富阳院区于 2024 年 10 月 24 日申领取得独立的事业法人证书（见附件 2），为了明确原先批复的核技术利用项目的责任主体，且于 2022 年通过审批的 DSA 机房位置、数量发生了变化：原先审批的 DSA 包括医技楼一层 D 区介入治疗中心（2 间 DSA 机房）、医技楼二层 CE 区心脏重症监护病房（CCU）（1 间 DSA 机房）和医技楼四层复合手术室（1 间 DSA 机房），共 4 间 DSA 机房。根据医院规划调整，将位于的医技楼二层 CE 区心脏重症监护病房（CCU）中的 1 间 DSA 机房搬迁至外科病房楼九层心导管室并增加为 2 间 DSA 机房，将原医技楼四层复合手术室 1 间 DSA 机房增加为 2 间 DSA 机房，共设 6 间 DSA 机房。因此以浙江省人民医院富阳院区的名义对医院拟建的 DSA 及医院电子直线加速器等射线装置重新环评。

为进一步提高医院医疗服务水平，更好地满足人民群众的医疗服务需求，医院拟在富阳院区（北地块）医疗综合楼内设置放射治疗单元和介入治疗单元。医疗综合楼包括：门急诊综合楼地下二层、地上四层；医技楼地下二层、地上五层；外科病房楼地下二层、地上十七层；内科病房楼地下二层、地上十七层；感染科楼地下二层，地上四层；高压氧舱地上一层，无地下室。

### 1、放射治疗单元

放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，建设 2 间直线加速器机房，并配套建设控制室、准备间、直线加速器水冷机房等辅助用房，并配备 2 台医用电子直线

加速器（最大 X 射线能量 10MV，最大电子线能量 15MeV）。

## 2、介入治疗单元

介入治疗单元含 6 台 DSA（最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 1000mA），其中在医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心建设 2 间 DSA 机房（编号为 1#DSA 机房和 2#DSA 机房），并配套建设控制室、设备间、准备室等辅助用房，在医技楼四层复合手术室建设 2 间 DSA 机房（编号为 3#DSA 机房和 4#DSA 机房），并配套建设控制室、设备间、无菌病房等辅助用房，在外科病房楼九层心导管室建设 2 间 DSA 机房（编号为 5#DSA 机房和 6#DSA 机房），并配套建设控制室、设备间等辅助用房。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部，国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号），本项目 DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，医用电子直线加速器属于粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器，均为 II 类射线装置。根据《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），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置的”，需进行环境影响评价，环评类别为环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，医院委托浙江亿达检测技术有限公司对本项目进行环境影响评价工作，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场勘察和资料收集等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

## 1.3 项目建设内容与规模

经与医院核实，确定本次评价规模为：

### 1、放射治疗单元

放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，拟建设 2 间直线加速器机房，并配备建设控制室、准备室等辅助用房，新购 2 台医用电子直线加速器，射线装置型号待定，最大 X 射线能量 10MV，最大电子线能量 15MeV，主射方向为东西、顶棚和地坪，1m 处最大剂量率 2400cGy/min，属于 II 类射线装置，用于放射治疗。

### 2、介入治疗单元

介入治疗单元分别在医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室各建设 2 间 DSA 机房，共 6 间 DSA 机房。每间 DSA 机房

各配置 1 台 DSA，共 6 台 DSA（均为单球管设备），主射方向由下朝上，最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 1000mA，属 II 类射线装置，用于放射诊断和介入治疗。

经与建设单位核实，本次评价规模见下表。

**表 1-1 本项目建设内容与规模**

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	主要参数	用途	工作场所
1	医用电子直线加速器	II类	待定	2台	X射线：10MV 电子：15MeV	放射治疗	感染科楼地下二层放疗中心
2	DSA	II类	待定	2台	150kV、1000mA	放射诊断和介入治疗	医技楼一层D区西侧介入治疗中心
3	DSA	II类	待定	2台	150kV、1000mA	放射诊断和介入治疗	医技楼四层复合手术室
4	DSA	II类	待定	2台	150kV、1000mA	放射诊断和介入治疗	外科病房楼九层心导管室

## 1.4 项目选址与周边保护目标

### 1.4.1 项目地理位置及周围环境关系

本项目位于浙江省杭州市富阳区春江街道民主村浙江省人民医院富阳院区（北地块），项目地理位置见附图 1。浙江省人民医院富阳院区（北地块）东侧隔大桥南路为空地（规划涉及城镇社区服务设施兼容文化、体育用地，医疗卫生兼容社会福利用地和公园绿地等混合用地），东南侧隔大桥南路为富春未来城，南侧隔规划道路为浙江省人民医院富阳院区（南地块），西南侧隔竹筒路为废弃项目部（规划涉及商业兼容商务金融用地和公园绿地等混合用地），西侧隔竹筒路为鸿昊商务大厦、金富春商务大厦和空地（规划涉及商业兼容商务金融用地、商务金融兼容商业营地和公园绿地等混合用地），西北侧隔蔡伦路为华景川云萃天和城，北侧隔蔡伦路为富春江街道办事处。浙江省人民医院富阳院区（北地块）周围环境关系见附图 2，项目周围环境实景见附图 3。

### 1.4.2 本次评价辐射工作场所位置及周围环境概况

本项目放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，介入治疗单元分别位于医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室，各机房周围紧邻环境概况详见下表。

直线加速器机房所在楼层及相邻楼层（含楼上）的部分平面布局图分别见附图 14~附图 16，DSA 机房所在楼层及相邻楼层（含楼上及楼下）的部分平面布局图分别见附图 5~附图 13。

**表 1-2 本项目各机房周围紧邻环境概况一览表**

序号	机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	正上方	正下方
1	直线加速器机房 1	直线加速器机房 2	配电房、直线加速器机房 1 控制室和直线加速器机房准备室	后装准备室和后装机房控制室	车道	实土层、感染楼一层门诊	实土层
2	直线加速器机房 2	实土层	直线加速器机房准备室、直线加速器机房 2 控制室 2 和直线加速器水冷机房	直线加速器机房 1	车道	实土层、感染楼一层门诊	实土层
3	1#DSA 机房	设备间和准备室	病人廊	污物暂存间和医护廊	控制室 1	电生理中心	车库
4	2#DSA 机房	走廊	病人廊	设备间和准备室	控制室 2	电生理中心	车库
5	3#DSA 机房	设备间 1 和控制室	洁净走廊	OP26	污物走廊	女更衣室、医护走廊	呼气试验室、新风机房、值班室、护士长办公室和走廊
6	4#DSA 机房	洁净走廊	洁净走廊	设备间 2、控制室和无菌病房 1	污物走廊	工作间、换鞋区和医护走廊	示教室、新风机房和走廊
7	5#DSA 机房	6#DSA 机房	临空	控制室 5 和设备间 1	走廊	外科病房	CCU 病房
8	6#DSA 机房	控制室 6 和设备间 2	临空	5#DSA 机房	走廊	外科病房	CCU 病房

### 1.4.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为 DSA 机房和直线加速器机房实体边界外 50m 范围内活动的辐射工作人员、公众人员。

### 1.4.4 相关规划符合性分析

#### 1、土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省杭州市富阳区春江街道民主村，医院拟在富阳院区（北地块）医疗综合楼内设置放射治疗单元和介入治疗单元，含 2 台医用电子直线加速器和 6 台 DSA。根据建设单位提供的不动产权证（见附件 3），本项目用地属于医疗卫生用地，同时根据《杭州市富阳区富春湾西单元（FY06）详细规划》（见附图 23），本项目所在位置用地性质为医院用地（A51），因此符合土地利用规划的要求。

#### 2、与杭州市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》（杭环发〔2024〕49 号），生态环境分区管控是以改善生态质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用

上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。本项目与杭州市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析判定情况见下表。

**表 1-3 本项目与杭州市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析判定**

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》（杭环发〔2024〕49号），本项目位于富阳区富阳江南新城产业集聚重点管控单元（编码：ZH33011120016）。与富阳区生态保护红线划定图（见附图 20）及杭州市富阳区“三区三线”方案局部图（附图 21）比对，本项目不涉及生态保护红线。
环境质量底线	根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此，本项目符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》（杭环发〔2024〕49号），本项目位于富阳区富阳江南新城产业集聚重点管控单元（编码：ZH33011120016），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局引导</p> <p>根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。</p> <p>三、环境风险防控</p> <p>强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。</p> <p>四、资源开发效率要求</p> <p>强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水标杆园区建设。</p> <p>综上所述，本项目属于核技术利用建设项目，不属于工业项目。本项目 DSA 和医院电子直线加速器设备运行时产生的臭氧与氮氧化物量很少，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。本项目使用清洁能源，运行过程推进清洁生产理念，节约资源，提高能源有效利用。因此，本项目的实施符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》中生态环境准入清单的管控要求。</p>

因此，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合杭州市生态环境分区管控动态更新方案的要求。

### 3、“三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号）要求，“三区三线”

划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

对照《杭州市富阳区“三区三线”方案局部图》（见附图 21），本项目位于富阳区城镇开发边界，不涉及生态保护红线和永久基本农田，符合“三区三线”管控要求。

### 1.5 选址合理性分析

本项目建设地点用地性质为医疗卫生用地，DSA 机房和直线加速器机房边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物（门急诊综合楼、医技楼、感染科楼、外科病房楼和高压氧舱）和医院内部，不涉及生态保护红线、优先保护单元；环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境与公众造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

### 1.6 产业政策符合性分析

结合国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第三十七项“卫生健康”中第 1 款的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策的要求。对照《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019 年本）》本项目属于第十七项“健康服务业”中第 Q0184 的“特色专科医院、乡镇卫生院、社区卫生服务及配套医疗设施、急救网络建设，传染病防治设施、各级疾控、卫生监督设施的更新、建设。”，属于鼓励类项目，符合杭州市当前的产业政策。

### 1.7 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在使用射线装置过程中，将按照相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

## 1.8 医院原核技术利用许可情况

### 1.8.1 原有核技术利用项目许可、环保手续履行情况

2024年12月17日，医院在建设项目环境影响登记表备案系统中登记备案了1台DigiEye 680P型数字化医用X射线摄影系统（简称DR）和1台Revolution Maxima型X射线计算机体层摄影设备（简称CT）用于医疗诊断，2台设备均属于Ⅲ类射线装置。医院已许可射线装置台账明细详见下表。

表 1-4 医院已许可射线装置技术参数基本情况一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量	主要参数	用途	工作场所	环评情况
1	DR	DigiEye 680P	Ⅲ类	1台	150kV， 800mA	医疗 诊断	医技楼一层放射 科 DR1 机房内	备案号： 202433011100000210
2	CT	Revolution Maxima	Ⅲ类	1台	150kV， 600mA	医疗 诊断	医技楼一层放射 科 CT3 机房内	

浙江省人民医院富阳院区目前各项核技术利用项目仍在施工阶段，医院暂未申领取得《辐射安全许可证》。

### 1.8.2 辐射安全管理现状

浙江省人民医院富阳院区目前各项核技术利用项目仍在施工阶段，医院暂未申领取得《辐射安全许可证》，尚未开展任何辐射相关的活动，因此，本小节所涉及到的辐射管理工作医院正在积极安排中，医院承诺会严格按照环境影响报告表、环评批复及国家相关标准要求落实各项辐射安全措施，做好辐射安全管理和应急预案工作，保证辐射活动正常运行。

医院开展核技术利用项目拟设以下管理制度：

（1）医院拟成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。

（2）医院拟制定《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《个人剂量检测方案》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

（3）医院为本项目拟配备72名辐射工作人员，其中放射治疗单元配备12名、介入治疗单元配备60名，根据相关法律法规，辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗。医院拟定期组织辐射工作人员进行个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量和职业健康体检档案。

(4) 医院每年拟对院内放射科相关工作场所的安全与防护状态进行年度评估，并定期委托有资质单位进行年度检测，定期在全国核技术利用辐射安全申报系统上进行辐射安全与防护状况年度报告的申报。

(5) 医院拟制定《辐射事故应急预案》。医院应每年定期开展辐射事故应急预案演练，并加以总结，及时对辐射事件应急处理预案进行完善和修订。

### 表2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

### 表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

## 表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II类	2台	待定	电子	X射线能量：10MV 电子线能量：15MeV	额定电流：180mA X射线最大剂量率：2400cGy/min	放射治疗	感染楼地下二层放疗中心（直线加速器机房1、2）	本次评价

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	2台	待定	150	1000	放射诊断和介入治疗	医技楼一层D区西侧介入治疗中心（1#、2#DSA机房）	本次评价
2	DSA	II类	2台	待定	150	1000	放射诊断和介入治疗	医技楼四层复合手术室（3#、4#DSA机房）	本次评价
3	DSA	II类	2台	待定	150	1000	放射诊断和介入治疗	外科病房楼九层心导管室（5#、6#DSA机房）	本次评价

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	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
废靶及其他强感生放射性部件	固态	/	/	/	/	/	不暂存	根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），应对其外表面进行辐射剂量率监测，由设备生产厂家回收
循环冷却水	液态	/	/	极少量	极少量	/	不暂存	医用电子直线加速器运行期间冷却水不具有放射性，排水时排进医院下水管，进医院污水处理站。
感生放射性气体	气态	<sup>13</sup> N、 <sup>15</sup> O 等		少量	少量	/	不暂存	经机房排风系统引至大气外环境中
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经机房排风系统引至大气外环境中，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。  
 2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度，年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**表6 评价依据**

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日会议通过，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002年10月28日会议通过，2003年9月1日起施行，2016年7月2日第一次修正，2018年12月29日起修正；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令 第 612 号，2012年3月1日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005年9月14日国务院令 第 449 号公布，2005年12月1日起施行，2014年7月29日第一次修订，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(7) 《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》，环发[2006]145号，原国家环境保护总局，2006年9月26日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 第 18 号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2005年12月30日会议通过，2006年3月1日起施行；2008年12月6日修改，2017年12月20日修改，2021年1月4日修改；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，原环境保护部、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；</p> <p>(11) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告 2019年第 38 号，2019年10月24日；</p> <p>(12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019年10月25日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，2019年11月1日施行；</p> <p>(14) 《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</p>
------	---

号，2021年1月1日起施行；

(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；

(16) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日起施行；

(17) 《自然资源部关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072号，2022年9月28日印发；

(18) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2080号，2022年9月30日起施行；

(19) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；

(20) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布，2011年12月1日起施行，2014年3月13日第一次修正，2018年1月22日第二次修正，2021年2月10日第三次修正；

(21) 《浙江省辐射环境管理办法》，2021年省政府令第388号修订，2021年2月10日修订；

(22) 《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》，浙政办发〔2018〕92号，浙江省人民政府办公厅，2018年9月28日印发；

(23) 《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》，浙环函〔2019〕248号，浙江省生态环境厅、浙江省卫生健康委员会，2019年7月18日；

(24) 浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023年本）》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日实施；

(25) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙环发〔2024〕18号，浙江省生态环境厅，2024年3月28日起施行；

(26) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕18号，2024年3月28日印发；

(27) 关于印发《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的通知，杭州市生态环

	境局，杭环发〔2024〕49号，2024年8月12日起施行。
技 术 标 准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(7) 《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）</p> <p>(8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；</p> <p>(9) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；</p> <p>(10) 《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）；</p> <p>(11) 《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）。</p>
其 他	<p>(1) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料；</p> <p>(2) 环评委托书。</p>

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实物边界项目具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点，确定本项目的评价范围为 DSA 机房和直线加速器机房实体边界外 50m 区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员，具体见下表。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标

感染科楼地下二层（直线加速器机房）						
保护人员性质	相对方位	所在位置	与直线加速器机房边界最近距离		人员规模	剂量约束值 (mSv/a)
			水平	垂直		
辐射工作人员	/	直线加速器机房 1 和直线加速器机房 2 内	/	/	12 人	5
	南侧	直线加速器机房 1 控制室、直线加速器机房 2 控制室	紧邻	/		
公众人员	东侧	高压氧舱	约 7m	/	约 10 人/d	0.1
		医院内部道路	约 31m	/	约 100 人/d	
	南侧	配电间、准备室、直线加速器水冷机房	紧邻	/	约 25 人/d	
		诊室、定位 CT、控制室、库房、电井房、1#楼梯	约 7m	/	约 50 人/d	
		感染科楼地下二层其他用房	约 15m	/	约 50 人/d	
		感染科楼地下二层车库	约 46m	/	约 50 人/d	
	西侧	后装控制室、后装准备室、走廊	紧邻	/	约 5 人/d	
		后装水冷机房、后装机房（含储源间）	约 4m	/	约 5 人/d	
		感染科楼地下二层车库	约 12m	/	约 50 人/d	
	北侧	门急诊综合楼	约 35m	/	约 50 人/d	
		车道	紧邻	/	约 50 人/d	
		医院内部道路	约 32m	/	约 100 人/d	
	正上方	感染科楼地下一层为实土层	/			
		感染科楼一层为感染科门诊及以上感染科楼	/	约 5m	约 25 人/d	
正下方	实土层					
医技楼一层（1#DSA 机房和 2#DSA 机房）						
保护人员性质	相对方位	所在位置	与 DSA 机房边界最近距离		人员规模	剂量约束值

			水平	垂直		(mSv/a)
辐射工作人员	周围	1#DSA 机房、2#DSA 机房、控制室等辅助用房	/	/	20 人	5
公众人员	东侧	走廊	紧邻	/	约 100 人/d	0.1
		谈话间、主任办公室	约 2m	/	约 6 人/d	
		UPS	约 4m	/	约 2 人/d	
		电梯、23#楼梯	约 7m	/	约 100 人/d	
		库房	约 23m	/	约 2 人/d	
		外科病房楼	约 29m	/	约 2 人/d	
	东南侧	病人廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		护士站、开水间	约 2m	/	约 40 人/d	
		VIP 候诊室	约 9m	/	约 10 人/d	
		送风机房、中心花园	约 20m	/	约 100 人/d	
		诊室	约 25m	/	约 10 人/d	
		谈话间	约 45m	/	约 10 人/d	
	南侧	病人廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		候诊大厅	约 3m	/	约 50 人/d	
		胃肠机房、更衣室、登记发片区、注射间、设备间和杂物间	约 15m	/	约 50 人/d	
		厕所、调钡间、CT 检查室、控制室、MRI 检查室、27#楼梯	约 19m	/	约 50 人/d	
		医技楼一层 DR、CT 和骨密度等检查室	约 21m	/	约 50 人/d	
	西南侧	病人廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		卫生间	约 4m	/	约 10 人/d	
		13#~14#楼梯、16#~18#楼梯	约 8m	/	约 100 人/d	
		门急诊综合楼	约 40m	/	约 100 人/d	
	西侧	医护廊、污物暂存间	紧邻	/	约 50 人/d	
		男/女更衣室	约 5m	/	约 10 人/d	
		15#楼梯	约 8m	/	约 25 人/d	
		医院内部道路	约 12m	/	约 200 人/d	
		门急诊综合楼	约 27m	/	约 100 人/d	
	北侧	医护廊	约 3m	/	约 50 人/d	
		洗手间、消毒间、新风机房、护士办公室、技术办公室	约 5m	/	约 50 人/d	
		内庭院	约 9m	/	约 25 人/d	
		门急诊综合楼	约 23m	/	约 100 人/d	
	东北侧	走廊	紧邻	/	约 100 人/d	
		医生办公室	约 3m	/	约 10 人/d	
内庭院		约 10m	/	约 25 人/d		
感染科楼		约 28m	/	约 50 人/d		
正上方	医技楼二层电生理中心	/	紧邻	约 50 人/d		
	医技楼三层护士办公室、准备及复苏室、窥镜诊疗室等功能用房	/	约 4m	约 50 人/d		
	医技楼四层 3#和 4#DSA 机房和控制室等辅助用房及以上医技用房	/	约 8m	约 100 人/d		
正下方	医技楼地下一层车库	/	紧邻	约 50 人/d		
	医技楼地下二层设备机房	/	约 5m	约 2 人/d		
<b>医技楼四层（3#DSA 机房和 4#DSA 机房）</b>						
保护人	相对	所在位置	与 DSA 机房边界	人员规模	剂量约	

员性质	方位		最近距离			束值 (mSv/a)
			水平	垂直		
辐射工作人员	周围	3#DSA 机房、4#DSA 机房、控制室等辅助用房	/	/	20 人	5
公众人员	东侧	洁净走廊	紧邻	/	约 50 人/d	0.1
		病房、缓冲间和应急消毒间	约 3m	/	约 25 人/d	
		电梯、23#楼梯	约 8m	/	约 100 人/d	
		库房	约 23m	/	约 2 人/d	
		外科病房楼	约 29m	/	约 2 人/d	
	东南侧	洁净走廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		器械间	约 5m	/	约 2 人/d	
		家属等待区	约 10m	/	约 50 人/d	
		中心花园	约 18m	/	约 100 人/d	
	南侧	洁净走廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		敷料间、器械间和无菌病房 2	约 2m	/	约 5 人/d	
		内庭院	约 6m	/	约 25 人/d	
		医技楼四层其他功能区域	约 19m	/	约 100 人/d	
	西南侧	洁净走廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		OP23	约 3m	/	约 5 人/d	
		16#~18#楼梯	约 11m	/	约 5 人/d	
		门急诊综合楼	约 40m	/	约 100 人/d	
	西侧	OP26	紧邻	/	约 5 人/d	
		污物走廊	约 6m	/	约 50 人/d	
		内庭院	约 8m	/	约 25 人/d	
		门急诊综合楼	约 21m	/	约 100 人/d	
	北侧	污物走廊	紧邻	/	约 50 人/d	
		内庭院	约 2m	/	约 25 人/d	
		门急诊综合楼	约 15m	/	约 100 人/d	
正上方	医技楼五层女更衣室、医护走廊	/	紧邻	约 5 人/d		
正下方	医技楼三层呼气试验室、新风机房、值班室、护士长办公室、示教室和走廊	/	紧邻	约 10 人/d		
	医技楼二层新风机房、医生办公室、库房、主任办公室、TCD、肌电图和脑电图检查室	/	约 4m	约 50 人/d		
	医技楼一层 1#和 2#DSA 机房及控制室等辅助用房	/	约 8m	约 20 人/d		
	医技楼地下一层车库及以下设备机房	/	约 12m	约 50 人/d		
<b>外科病房楼九层（5#DSA 机房和 6#DSA 机房）</b>						
保护人员性质	相对方位	所在位置	与 DSA 机房边界最近距离		人员规模	剂量约束值 (mSv/a)
			水平	垂直		
辐射工作人员	周围	5#DSA 机房、6#DSA 机房、控制室等辅助用房	/	/	20 人	5
公众人员	东侧	仪器间、休息室	约 3m	/	约 10 人/d	0.1
		值班室	约 12m	/	约 2 人/d	
	南侧	医院内部道路	约 25m	/	约 100 人/d	
		中心花园	紧邻	/	约 100 人/d	

	西侧	病人接收区	约 4m	/	约 10 人/d
		CCU 病房	约 12m	/	约 20 人/d
		医技楼	约 40m	/	约 100 人/d
	北侧	走廊	紧邻	/	约 50 人/d
		一次性耗材库、男/女术前更衣室、手术刷手间、污梯和污梯前室	约 2m	/	约 10 人/d
		医生办公室、新风机房	约 9m	/	约 5 人/d
		主任办公室、护士长办公室和示教室	约 10m	/	约 5 人/d
		内庭院	约 14m	/	约 25 人/d
	正上方	感染科楼	约 35m	/	约 50 人/d
		外科病房楼十层病房	/	紧邻	约 50 人/d
		外科病房楼十一层及以上病房	/	约 4m	约 100 人/d
	正下方	外科病房楼八层 CCU 病房	/	紧邻	约 10 人/d
外科病房楼七层及以下 CCU 病房		/	约 4m	约 100 人/d	

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### （1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

#### （2）剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

**表 7-2 剂量限值的相关内容**

相关条款	具体内容
B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的 <span style="font-size: small;">职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</span> ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv；
B1.2 公众照射	B1.2.1 实践使公众中有关关键人群的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

#### （3）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）

的范围之内”，同时遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25% 分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见下表。

**表 7-3 剂量约束值**

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	0.1mSv/a

注：《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）第 4.9 条款：“从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：a）一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a；b）公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a”。

#### （4）辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，应把机房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。

##### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 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制潜在照射的范围。

##### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 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。

### 7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及相关防护检测要求，适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。放射治疗和核医学中的 X 射线成像设备参照本标准执行。

#### 6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

##### 6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房门、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。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要

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下表的规定。

表 7-4 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	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 臂机、乳腺 CBCT）	20	3.5

<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>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。

备注：本项目 DSA 属于单管头 X 射线机。

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低于下表的规定。

表 7-5 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目 DSA 最大管电压为 150kV，主要用于放射介入手术，属于 C 型臂 X 射线设备，还具有摄影功能，故本次评价按照“有用线束铅当量均≥3mmPb，非有用线束方向铅当量均≥2mmPb”作为 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。

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 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

6.4 X 射线设备工作场所防护

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。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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 7-6 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 7-6 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		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
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套。选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏。选配：移动铅防护屏风	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	/

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求。

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况下，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

### 7.3.3 《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)

#### 4.2 剂量控制要求

##### 4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

a) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录 A，由以下周剂量参考控制水平 ( $H_c$ ) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

1) 放射治疗机房外控制区的工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

2) 放射治疗机房外非控制区的人员： $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

b) 按照关注点人员居留因子的下列不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

1) 人员居留因子  $T \geq 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )  $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

2) 人员居留因子  $T < 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )  $\leq 10\mu\text{Sv/h}$ ；

c) 由上述 a) 中的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  和 b) 中的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$  选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )。

##### 4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b) 两种情况控制：

a) 在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，可以根据机房外周剂量参考控制水平  $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$  和最高剂量率  $\dot{H}_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )  $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制。

b) 除 4.2.2 中 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量（率）的总和，应按 4.2.2 中的 a) 确定关注点的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制；

2) 穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量  $250\mu\text{Sv}$  加以控制；

3) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，考虑上述 1) 和 2) 之后，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按  $100\mu\text{Sv/h}$  加以控制（可在相应处设

置辐射告示牌)。

### 7.3.4 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求:

- a) 一般情况下,从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。
- b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

#### 5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响,不得设置在民居、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。

5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施,并尽量设在医院手术区的最内侧,与相关工作用房(如控制室或专用于术中放射治疗设备调试、维修的房间)形成一个相对独立区域;术中控制台应与治疗设备分离,实行隔室操作,控制台可设在控制室或走廊内。

#### 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。开展术中放射治疗时,术中放射治疗室应确定为临时控制区。

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定为监督区(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 放射治疗场所辐射安全与防护要求

#### 6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算,同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能,符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设

备，须考虑中子屏蔽。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ：

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下

周剂量参考控制水平（ $\dot{H}_c$ ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$ ：

机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c, \max}(\mu\text{Sv/h})$ ：

人员居留因子  $T > 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c, \max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子  $T \leq 1/2$  的场所： $\dot{H}_{c, \max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量  $250\mu\text{Sv}$  加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按  $100\mu\text{Sv/h}$  加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

## 8 放射性废物管理要求

### 8.2.2 其他固体废物管理要求

8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

8.2.2.2 低水平的活化部件如质子/重离子加速器治疗头器件、磁铁等，以及处理质子/重离子加速器冷却水的废树脂，集中放置在固体废物暂存间暂存衰变，经衰变后仍

超出清洁解控水平的（放射性废物豁免的活度、活度浓度见附录 B）送交有资质的单位收贮。

8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

### 7.3.5 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

#### （1）周围剂量当量率

本项目 DSA 设备在透视工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；在摄影工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ 。

直线加速器机房周围关注点处的周围剂量当量率水平符合参考控制水平要求。

#### （2）个人剂量约束值

本项目职业人员照射剂量约束值为  $5\text{mSv/a}$ ；

本项目公众照射剂量约束值为  $0.1\text{mSv/a}$ 。

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位于浙江省杭州市富阳区春江街道民主村浙江省人民医院富阳院区（北地块）。浙江省人民医院富阳院区（北地块）东侧隔大桥南路为空地（规划涉及城镇社区服务设施兼容文化、体育用地，医疗卫生兼容社会福利用地和公园绿地等混合用地），东南侧隔大桥南路为富春未来城，南侧隔规划道路为浙江省人民医院富阳院区（南地块），西南侧隔竹筒路为废弃项目部（规划涉及商业兼容商务金融用地和公园绿地等混合用地），西侧隔竹筒路为鸿昊商务大厦、金富春商务大厦和空地（规划涉及商业兼容商务金融用地、商务金融兼容商业营地和公园绿地等混合用地），西北侧隔蔡伦路为华景川云萃天和城，北侧隔蔡伦路为富春江街道办事处。

本项目放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，介入治疗单元分别位于医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室，各机房周围紧邻环境概况详见表 1-2。

### 8.2 环境现状评价对象

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为 DSA 机房、直线加速器机房及周围环境。

### 8.3 辐射环境质量现状

#### 8.3.1 检测目的

通过现场检测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

#### 8.3.2 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率。

#### 8.3.3 检测点位

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）要求，结合现场条件、项目情况和周围环境情况布设监测点，布点情况见附图 19，监测报告及监测单位资质证书见附件 7。

### 8.3.4 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司
- (2) 监测时间：2024年12月10日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- (5) 检测方法：测量时仪器探头垂直向下，仪器探头离地1m，待仪器读数稳定后，通常以约10s的间隔读取数据
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；室外温度：9℃；室内温度：7℃；相对湿度：88%；
- (8) 监测仪器：

表 8-1 监测仪器的参数与规范

检测仪器	X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 $\mu$ Sv/h~99.99 $\mu$ Sv/h 外置探头：0.01 $\mu$ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2024H21-20-5106288001
检定证书有效期	2024年02月23日至2025年02月22日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 Cf	1.04
探测限	10nSv/h

### 8.3.5 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持合格证上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

### 8.3.6 监测结果

本项目 DSA 机房、直线加速器机房及周围环境辐射监测结果见下表。

**表 8-2 本项目拟建辐射工作场所周围环境  $\gamma$  射线剂量率检测结果**  
**医技楼一层 DSA 机房周围辐射环境监测结果**

检测点 编号	点位描述	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#1	医技楼一层 1#DSA 机房内	110	2	室内
#2	医技楼一层 2#DSA 机房内	110	3	室内
#3	控制室 1	105	3	室内
#4	设备间	90	2	室内
#5	控制室 2	100	2	室内
#6	主任办公室	101	2	室内
#7	女更衣室	109	2	室内
#8	污物暂存间	108	1	室内
#9	候诊大厅	88	2	室内
#10	病人廊	85	2	室内
#11	准备室	88	1	室内
#12	走廊	88	2	室内
#13	谈话间	92	2	室内
#14	1#DSA 机房正上方电生理中心（二层）	89	2	室内
#15	2#DSA 机房正上方电生理中心（二层）	91	3	室内
#16	1#DSA 机房正下方车库（地下一层）	104	1	室内
#17	2#DSA 机房正下方车库（地下一层）	106	2	室内
医技楼四层 DSA 机房周围辐射环境监测结果				
检测点 编号	点位描述	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#18	医技楼四层 3#DSA 机房内	84	3	室内
#19	医技楼四层 4#DSA 机房内	82	3	室内
#20	3#DSA 机房控制室	97	2	室内
#21	设备间 1	96	2	室内
#22	设备间 2	97	2	室内
#23	4#DSA 机房控制室	97	2	室内
#24	无菌病房 1	99	3	室内
#25	4#DSA 机房南侧洁净走廊	84	2	室内
#26	3#DSA 机房南侧洁净走廊	85	2	室内
#27	OP23	87	1	室内
#28	敷料间	84	3	室内
#29	器械间	84	2	室内
#30	无菌病房 2	97	3	室内
#31	4#DSA 机房东侧洁净走廊	94	3	室内
#32	病房	96	2	室内
#33	缓冲间	97	2	室内
#34	应急消毒间	97	2	室内
#35	4#DSA 机房北侧污物走廊	97	2	室内
#36	3#DSA 机房北侧污物走廊	97	3	室内
#37	OP26	96	1	室内

#38	3#DSA 机房正上方女更衣室（五层）	98	2	室内
#39	4#DSA 机房正上方换鞋区（三层）	98	3	室内
#40	3#DSA 机房正下方值班室（五层）	98	2	室内
#41	4#DSA 机房正下方示教室（三层）	99	3	室内
<b>外科病房楼九层 DSA 机房周围辐射环境监测结果</b>				
检测点 编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#42	外科病房楼九层 5#DSA 机房内	118	4	室内
#43	外科病房楼九层 6#DSA 机房内	124	4	室内
#44	设备间 2	105	3	室内
#45	设备间 1	105	4	室内
#46	控制室 6	111	4	室内
#47	控制室 5	111	3	室内
#48	6#DSA 机房北侧走廊	120	3	室内
#49	5#DSA 机房北侧走廊	121	3	室内
#50	污梯前室	115	5	室内
#51	污梯	113	2	室内
#52	女术前更衣室	113	3	室内
#53	手术刷手间	111	4	室内
#54	男术前更衣室	113	3	室内
#55	一次性耗材库	108	5	室内
#56	5#DSA 机房正上方病房（十层）	113	3	室内
#57	6#DSA 机房正上方病房（十层）	112	4	室内
#58	5#DSA 机房正下方 CCU 病房（八层）	112	4	室内
#59	6#DSA 机房正下方 CCU 病房（八层）	116	3	室内
<b>感染科楼地下二层医用电子直线加速器机房周围辐射环境监测结果</b>				
检测点 编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#60	医用电子直线加速器水冷机房	97	2	室内
#61	控制室 2	99	4	室内
#62	医用电子直线加速器准备间	103	4	室内
#63	感染科楼地下二层医用电子直线加速器机房 2 内	122	2	室内
#64	感染科楼地下二层医用电子直线加速器机房 1 内	119	3	室内
#65	控制室 1	112	2	室内
#66	配电间	101	2	室内
#67	CT 模拟定位机房控制室	104	2	室内
#68	CT 模拟定位机房	104	2	室内
#69	诊室	109	2	室内
#70	候诊大厅	107	2	室内
#71	走廊	114	3	室内
#72	后装准备间	117	2	室内
#73	后装控制室	125	2	室内
#74	后装水冷机房	102	5	室内
#75	后装机房	133	2	室内
#76	储源间	128	4	室内
#77	电子直线加速器机房 2 北侧车道	103	2	室内
#78	电子直线加速器机房 1 北侧车道	102	3	室内

#79	医用电子直线加速器机房地下一层区域南侧车库	98	3	室内
#80	医用电子直线加速器机房地下一层区域西侧车库	101	3	室内
#81	医用电子直线加速器机房1正上方护士站（一层）	95	3	室内
#82	医用电子直线加速器机房2正上方诊室（一层）	88	3	室内
#83	医用电子直线加速器机房1正上方治疗室（一层）	96	3	室内
#84	医用电子直线加速器机房2正上方诊室（一层）	96	2	室内
<b>周围环境敏感点辐射环境监测结果</b>				
检测点 编号	点位描述	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
#85	医院北侧内部道路	90	2	室外
#86	感染科楼北侧内部道路	93	3	室外
#87	感染科楼西侧内部道路	96	4	室外
#88	感染科楼东侧内部道路	97	4	室外
#89	高压氧舱	105	3	室内
#90	内庭院	106	2	室外
#91	中心花园	101	3	室外
#92	内科病房楼	105	5	室内
#93	医技楼	106	4	室内
#94	门急诊综合楼	102	4	室内
#95	医院西侧内部道路	102	3	室外
注：1.本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用 $^{137}\text{Cs}$ 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy； 2. $\gamma$ 辐射空气吸收剂量均已扣除宇宙射线响应值31.3nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，点位85#、86#、87#、88#、90#、91#、95#取1，点位89#取0.9，其余点位均取0.8。				

#### 8.4 环境现状调查结果评价

由表可知，本项目辐射工作场所拟建址周围环境各室内检测点位的 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率范围为82nGy/h~133nGy/h，室外 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率范围为90nGy/h~106nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州市建筑物室内 $\gamma$ 辐射剂量率范围为56nGy/h~443nGy/h，杭州市道路上 $\gamma$ 辐射剂量率为28nGy/h~220nGy/h。因此，本项目辐射工作场所拟建址及周围环境的 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

## 表9 项目工程分析与源项

### 9.1 建设阶段工程分析

本项目拟建的放射治疗单元及介入治疗单元等均位于新建浙江省人民医院富阳院区（北地块）医疗综合楼内，目前浙江省人民医院富阳院区尚在施工建设中，其建设阶段的工程分析和环境影响分析见《省人民医院富阳院区（一期）环境影响报告书》（环评批复文号：富环许审〔2021〕27号）。

本项目各辐射工作场所相关设备安装调试阶段会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物及少量的废包装材料。调试阶段应在已经做好辐射防护的机房内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

### 9.2 工艺设备和工艺分析

#### 9.2.1 设备组成及工作原理

##### 1、放射治疗单元

##### (1) 项目概况

放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，建设 2 间直线加速器机房，并配备 2 台医用电子直线加速器。本项目直线加速器主要技术参数见下表。

表 9-1 本项目直线加速器技术参数一览表

参数名称	参数值
X 射线能量	X 射线最大能量：10MV，电子线最大能量：15MeV
射线最大出射角	28°（等中心点每侧 14°）
源轴距 SAD	1m
距靶 1m 处最高剂量率	X 射线最高剂量率为：2400cGy/min（ $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$ ）； 最大电子束能量为：15MeV
泄漏 X 射线	在所有的方向上，距离电子加速路径 1 m 处的 X 线吸收剂量， 将不超过等中心处吸收剂量的 0.1%
最大照射野尺寸	40cm×40cm
机架旋转	360°
靶材料	钨靶
等中心点离地高度	（保守取等中心点离地高度最小值）130cm

##### (2) 工作原理、工作流程及产污环节

##### ①工作原理

医用直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。因此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。

## ②设备组成

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗的目的。

医院典型医用直线加速器见图 9-1，直线加速器内部结构见图 9-2，实景图见图 9-3。

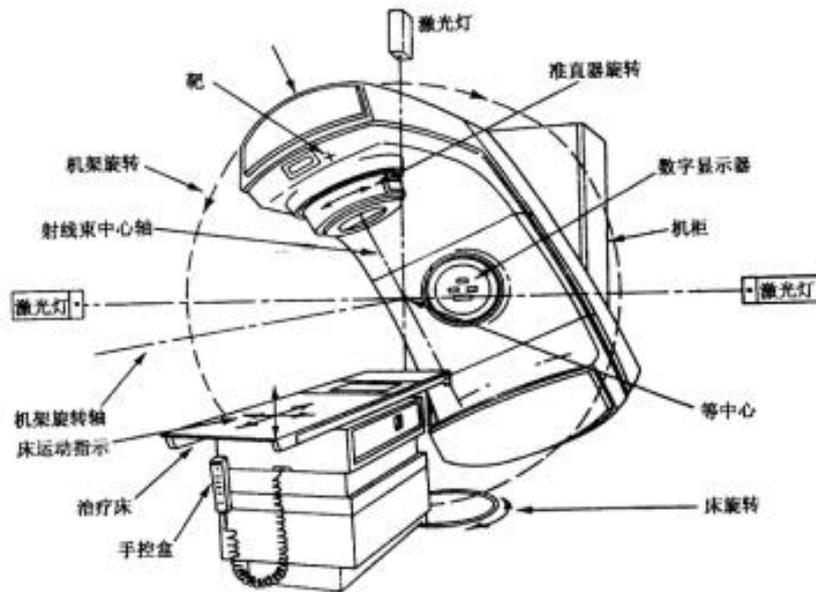


图 9-1 典型医用电子直线加速器示意图

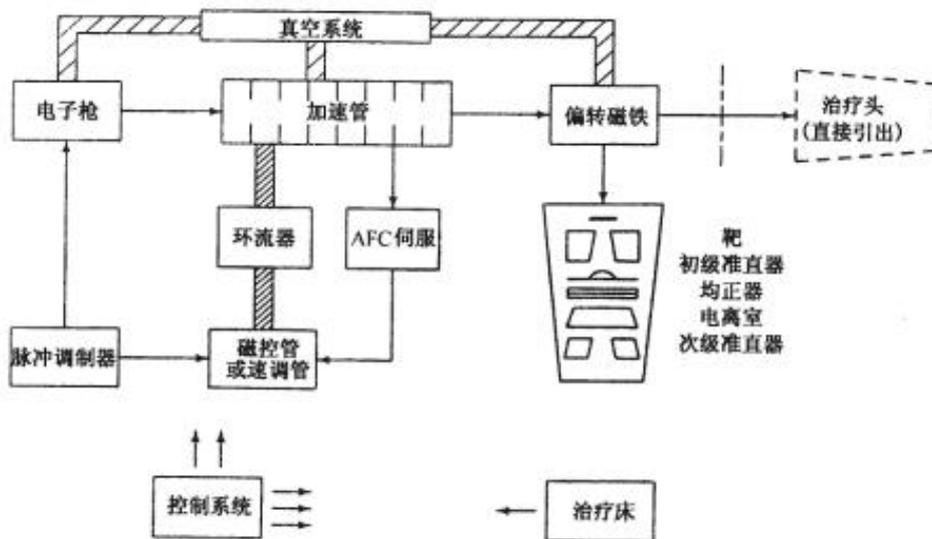


图 9-2 典型医用电子直线加速器内部结构框图



图 9-3 典型医用电子直线加速器实景图

③操作流程及产污环节

a、进行定位。先通过模拟定位机（依托的 CT 模拟定位机医院另行备案，不属于此次评价范围）对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。

b、制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

c、固定患者体位。在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及射野。

d、开机治疗。

由加速器的工作原理可知，医用直线加速器用于 X 射线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线，其可能对工作人员及公众造成一定危害。这种 X 射线随机器的开、关而产生或消失。氧气分子受到 X 射线束照射时，会分解成原子。氧原子的不稳定性极强，与氧气、氮气反应时，就形成了臭氧和氮氧化物。

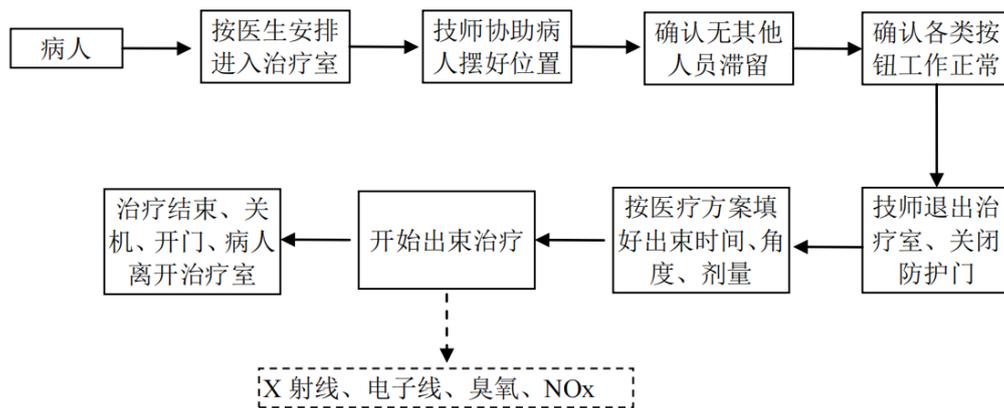


图 9-4 医用电子直线加速器放疗工作流程图

## 2、介入治疗单元

### (1) 项目概况

介入治疗单元分别在医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室各建设 2 间 DSA 机房，共 6 间 DSA 机房。每间 DSA 机房各配置 1 台 DSA，共 6 台 DSA（均为单球管设备），主射方向由下朝上，最大管电压均为 150kV，最大管电流，1000mA，属 II 类射线装置，用于放射诊断和介入治疗。

### (2) 工作原理、工作流程及产污环节

#### ① 工作原理

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前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储存起来，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/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的摄影图像，通过显示器显示出来。

X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结

构图见下图。

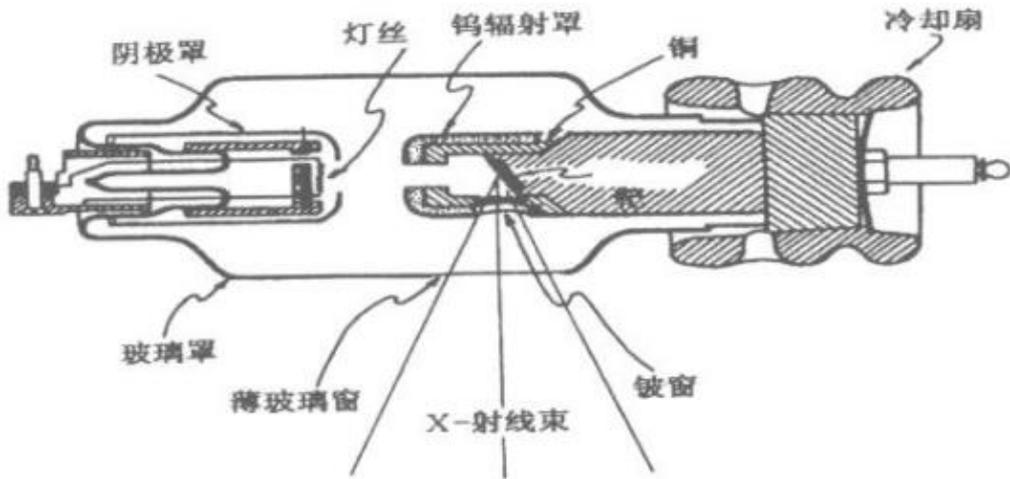


图 9-5 典型 X 射线管结构图

### ②设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，DSA 的整体外观示意图如下图所示。

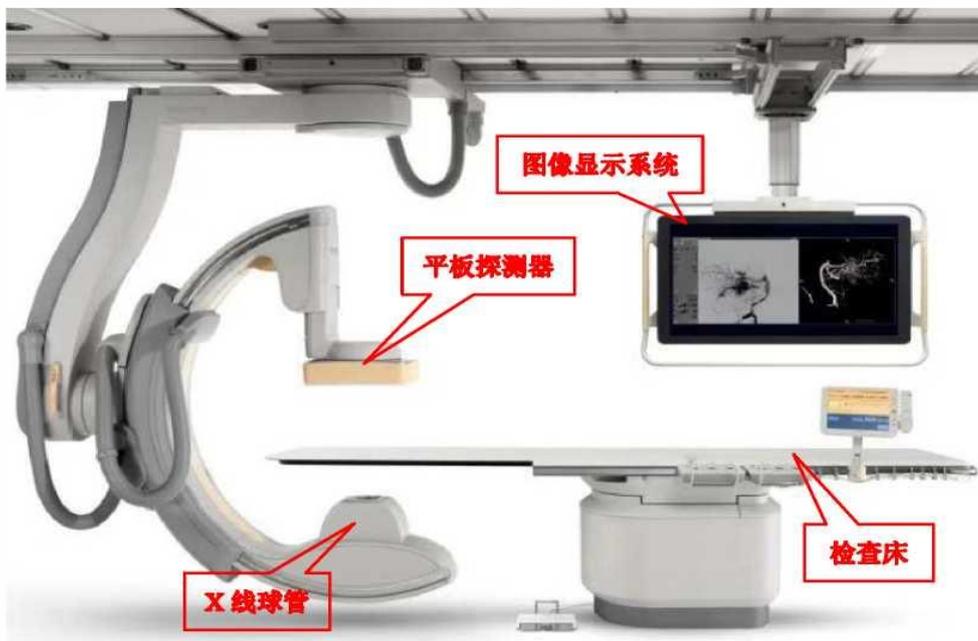


图 9-6 DSA 射线装置整体外观示意图

### ③操作流程及产污环节

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导

管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为摄影和透视两种情况：

摄影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光，医生和护士均退出机房在控制室观察），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

透视：医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜等防护用品，在机房内对病人进行直接的手术操作。

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 治疗流程及产污环节如下图所示。

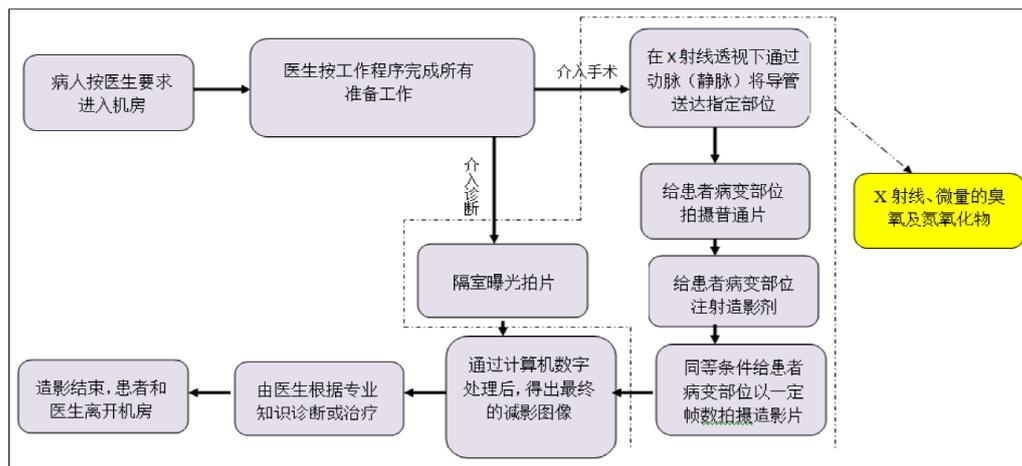


图 9-7 DSA 操作流程及产污环节示意图

综合可知，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

### 9.2.2 劳动定员及工作负荷

#### 1、放射治疗单元

根据医院提供的工作负荷：

(1) 本项目共设 2 间直线加速器机房，每间直线加速器机房拟配备 6 名辐射工作人员，共 12 名辐射工作人员；

(2) 工作制度：全年工作 250 个工作日（5 天/周，50 周/年）；

(3) 工作负荷：曝光时长时间为 3min/人，医用电子直线加速器检查患者人数为

50 人次/天。

## 2、介入治疗单元

(1) 本项目共设 6 间 DSA 机房，每间 DSA 机房拟配备 10 名辐射工作人员，分成 2 组，每组由 2 名医生、2 名护士与 1 名技师组成，共 60 名辐射工作人员。

(2) 工作制度：每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

(3) 工作负荷：本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式，根据建设单位提供的信息并留有发展余量，本项目正常运行后，保守每间 DSA 机房每年最大工作量为 300 台手术。单台手术需要医生 2 名，护士 2 名，技师 1 名，每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 20min、摄影 2min。本项目 DSA 设备使用情况见表 9-2，本项目辐射工作人员最大工作时间见表 9-3。

**表 9-2 本项目拟建 DSA 机房工作量**

人员配置			单台手术最长曝光时间 (min)		年预计最大手术量	年最大出束时间 (h)		
医生	护士	技师	摄影	透视		摄影	透视	小计
4	4	2	2	20	300 台	10	100	110

**表 9-3 本项目辐射工作人员工作负荷**

单名介入医护人员		单名技师	
年预计最大手术量 (台)	年透视时间 (h/a)	年摄影时间 (h/a)	年透视时间 (h/a)
150	50	5	50

## 9.3 污染源项描述

### 1、放射治疗单元

#### (1) X 射线、电子线

医用直线加速器电子枪产生的电子经过加速后，受到金属靶的阻止而产生韧致辐射 X 射线，其辐射可分为瞬发辐射和感生辐射两类。瞬时辐射包括初级辐射（被加速的电子）及其与靶材料或加速器的结构材料相互作用产生的次级辐射 X 射线等。瞬发辐射在加速器运行时产生，关机后即消失。剩余是指加速器的初级电子束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质（包括空气、屏蔽物等）中诱发生成的感生放射性。剩余辐射在加速器关机后仍存在。而且随加速器的运行时间的增加而积累，随加速器关机时间的增加而减弱。但只有当粒子的能量大于核反应的阈能时，才会产生感生放射性。

本项目医用直线加速器的电子最高能量为 15MeV，电子与靶物质作用产生韧致辐射 X 射线。由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产

生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。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。在加速器开机的时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

医用直线加速器在运行时，电子枪产生大量的电子，电子被加速后聚焦为一股束流，电子束虽然占据的体积小，但能量非常集中，电子束的贯穿能力比 X 射线弱，加速器四周的混凝土屏蔽墙和防护门均能将其完全屏蔽。

直线加速器停止运行后，无 X 射线污染产生。

### (2) 中子

在加速器工作时，高能电子束与靶物质相互作用而产生的韧致辐射，与加速器部件以及空气等物质作用形成放射性核，而会发生光核反应，放出中子。根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“7.1 对于高于 10MV X 射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，除考虑中子放射防护外，在日常操作中还应考虑感生放射线的放射防护。”，本项目拟建的医用电子直线加速器能量为 10MV，因此无需考虑中子辐射。

### (3) 感生放射性

本项目加速器电子最大能量为 15MeV，当治疗过程中电子能量超过相关核素（ $\gamma, n$ ）反应的阈能量时，中子活化作用使治疗室空气中产生  $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  等放射性气体。其衰变过程中产生正电子，即  $\beta^+$ 射线， $\beta^+$ 射线在空气中的射程只有几米。放射性气体产额很低，半衰期较短，通过合理的通风系统可使其浓度降低。

加速器设备中使用的内循环冷却水可能产生感生放射性。在加速器运行时，循环水系统的某一部分可能使附近的操作人员受到照射。因此，循环水系统尽量避开可能使工作人员受到照射的地方。冷却水中被活化形成的放射性核素  $^{15}\text{O}$ 、 $^{16}\text{N}$ ，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，且产生量很少，只需放置一定的时间其活度就可以衰减到较低的水平。

加速器靶物质经长期照射后，可积累一定数量的感生放射性核素，因此，退役的废靶为放射性固体废物。

### (4) 有害气体

在开机期间 X 射线与空气作用将产生臭氧、氮氧化物等有害气体。

### (5) 放射性固废

加速器使用一定年限或退役时产生的废靶件，含有一定的放射性。废靶件是加速

器所产生的主要固体废物，它不但有短半衰期放射性核素，还有长半衰期的核素，因而应妥善处理。

综上，开机期间，医用电子直线加速器的主要污染因子为 X 射线、电子、感生放射性物质，另有废靶件、少量臭氧、氮氧化物等有害气体。

## 2、介入治疗单元

### (1) X 射线

据 X 射线装置工作原理，项目主要污染因子为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，包含以下几种 X 射线辐射：

#### ①有用线束

通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像或者对患者的部位进行间歇式透视。

#### ②泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为漏射线。漏射线遍布机架各处。

#### ③散射辐射

DSA 的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

本项目 DSA 最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，透视模式最大工况为 80kV、20mA；摄影模式最大工况为 100kV、500mA。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《辐射防护导论》（方杰主编）与《医用外照射源的辐射防护》，本项目 DSA 设备 X 射线的源项数据见下表。

表 9-4 本项目 X 射线的源项数据

工作场所	设备名称	主射线或散射线源项（距辐射源点 1m 处输出量）		漏射线源项（辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率）
		摄影工况	透视工况	
DSA 机房	DSA 射线装置	$5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA} \cdot \text{h}^{-1}$	$3.6 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA} \cdot \text{h}^{-1}$	1000 $\mu\text{Gy}/\text{h}$
注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 5.1.5 条款，除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl，故本项目过滤片保守取为 2.5mmAl。参考《辐射防护导论》（方杰主编）P342 页附图 3，仅有过滤片 2mmAl 和 3mmAl 的曲线图，本次				

评价保守按过滤片为 2mmAl 进行取值，则摄影（100kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{100kV}=9\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，则  $H_0(100kV)=5.4\times 10^5\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；透视（80kV）时 X 射线发射率常数  $\delta_{80kV}=6\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，则  $H_0(80kV)=3.6\times 10^5\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

②根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23 页：“（77）用于诊断目的的每一个 X 线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1 毫戈瑞/小时。”，故本项目保守取值为 1000 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

## （2）臭氧和氮氧化物

本项目 DSA 设备在开机并处于出束状态下，空气在 X 射线作用下会分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目各 DSA 机房均拟设置独立的新风系统进行通风换气，新风系统的进风口和排风口均位于机房吊顶，机房内另外安装一个通风量为 500 $\text{m}^3/\text{h}$  的排风装置，废气通过排风管道引至屋顶高空排出，能保持机房内良好通风。

## 表10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局合理性分析

##### 1、放射治疗单元

放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心建设 2 间直线加速器机房，2 间加速器机房为轴对称（以中间共用墙体中线为轴），配有治疗室、控制室、水冷设备间，机房（2 间直线加速器机房为一整体）东面为实土层；北面为车道，再往北为地下土层；南面为加速器机房的准备室、控制室、配电房和水冷机房；西面为后装机控制室、操作准备间，再往西为后装机机房和水冷机房；楼上为地下 1 层土层，再往上为附属楼房一层（感染门诊）各功能房间；楼下为土层。治疗机房与其他辅助设施分离，加速器控制室与治疗室分离，2 间治疗室有效面积均约 74.6m<sup>2</sup>，治疗室设有迷道，有用线束不向迷道照射，仅向东墙、西墙、屋顶及地面照射，迷道位于机房的南部。本项目放疗治疗单元放射防护要求分析见下表。

表 10-1 放疗机房放射防护要求符合性分析表

《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求	加速器机房防护设计	是否符合标准要求
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	本项目加速器机房位于拟建感染科楼地下 2 层东北角放疗中心，不与儿科病房、产房相邻，选址符合相关要求	符合
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；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定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）	直线加速器机房内部（包含迷路）为控制区，其控制室、配电房及机房准备室为监督区	符合
放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射	本项目已经按额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，经预测，加速器机房有用线束照射方向及其他方向的防护屏蔽均满足相应屏蔽要求	符合
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，凡是可与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外	本项目加速器机房和控制室均分开设置，水冷机房设置于治疗机房外	符合
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	加速器机房控制室位于机房的南侧，避开有用线束的照射方向	符合

的用室,尽可能避开被有用线束直接照射		
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	加速器机房治疗室有效使用面积约74.6m <sup>2</sup>	符合
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	机房采用机械通风,进排风口呈“上进下出,对角设置”,机房设计排风量为3200m <sup>3</sup> /h,通风换气次数不低于8次/h	符合
治疗机房(不包括移动式电子加速器治疗机房)墙和入口门外30cm处(关注点)的周围剂量当量率应不大于其所确定的周围剂量当量率参考控制水平	经后文预测,加速器机房四周屏蔽墙和入口防护门外30cm处的周围剂量当量率均不大于其所确定的周围剂量当量率参考控制水平	符合
放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能,符合最优化要求	本项目加速器机房四侧墙体、顶棚及地坪均拟采用标准混凝土( $\rho \geq 2.35\text{g/cm}^3$ )浇注而成	符合
含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置,应确保其报警功能正常	加速器机房迷路外墙(控制室侧)拟安装固定式剂量报警仪装置	符合
放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施,治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置,防护门应有防挤压功能	拟按要求设置	符合
放射治疗工作场所的入口处,设有电离辐射警告标志;放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置,设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯	拟按要求设置	符合
放射治疗设备控制台上应设置急停开关,除移动加速器机房外,放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置	拟按要求设置	符合
控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置;还应设置对讲交流系统,以便操作者和患者之间进行双向交流	拟按要求设置	符合

综上,本项目加速器的放射防护要求均满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中的相应要求。

## 2、介入治疗单元

介入治疗单元分别在医技楼一层D区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室各建设2间DSA机房,共6间DSA机房。本项目各DSA机房周围紧邻环境概况详见表1-2,DSA机房设计符合性分析见下表。

**表 10-2 DSA 机房设计符合性分析**

场所名称	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求	设计情况	是否满足要求
机房面积	不小于20m <sup>2</sup> ,单边长度不小于3.5m	本项目6间DSA机房最小面积为55m <sup>2</sup> ,单边长度最小为6.76m	满足
机房位置	X射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员	根据表11核算结果,本项目DSA机房充分考虑了邻	满足

	防护与安全	室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	
机房布局	要合理，不得堆放与诊断工作无关的杂物；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患者和受检者状态	DSA 机房设计避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；保持 DSA 机房内整洁、不堆放杂物；DSA 机房设有观察窗。	满足
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风	本项目各 DSA 机房均拟设置独立的新风系统进行通风换气，新风系统的进风口和排风口均位于机房吊顶，机房内另外安装一个通风量为 500m <sup>3</sup> /h 的排风装置，废气通过排风管道引至屋顶高空排出。	满足
标志、指示灯	机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	拟在防护门上设电离辐射警告标志，防护门顶端设醒目工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害，灯亮勿入”，并且防护门设有自动闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的防护门设有联锁装置	满足

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置便于就诊，能够降低人员受到意外照射的可能性，故本项目 DSA 工作场所平面布局合理可行。

### 10.1.2 辐射分区管理

#### (1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在机房内划出控制区和监督区。该标准规定“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”，“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，但需要经常以职业照射条件进行监督和评价”。

本项目 DSA 和直线加速器机房两区划分详见下表，各辐射工作场所两区划分图见附图 17。

表 10-3 本项目控制区和监督区划分情况

场所名称		控制区	监督区
放射治疗单元	直线加速器机房 1 和 2 (感染科楼地下二层)	直线加速器 机房内部	机房南侧走廊、配电间、控制室、准备室和直线加速器水冷机房，西侧后装准备间和后装控制室，北侧车道
介入治疗单元	1#DSA 机房 (医技楼一层)	1#DSA 机房内部	1#DSA 机房东侧设备间和准备室，南侧病人廊，西侧污物暂存间和医护廊、北侧控制室 1

	2#DSA 机房 (医技楼一层)	2#DSA 机房内部	2#DSA 机房东侧走廊, 南侧病人廊, 西侧准备室和设备间, 北侧控制室 2
	3#DSA 机房 (医技楼四层)	3#DSA 机房内部	3#DSA 机房东侧设备间 1 和控制室, 南侧洁净走廊, 西侧 OP26, 北侧污物走廊
	4#DSA 机房 (医技楼四层)	4#DSA 机房内部	4#DSA 机房东侧洁净走廊, 南侧洁净走廊, 西侧设备间 2、控制室和无菌病房 1, 北侧污物走廊
	5#和 6#DSA 机房 (外科病房楼九层)	5#和 6#DSA 机房内部	5#和 6#DSA 机房东侧控制室 6 和设备间 2, 西侧控制室 5 和设备间 1, 北侧走廊

(2) “两区”管控要求

①控制区防护手段与安全措施

- a、控制区进出口及其适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志 (图 10-1)；
- b、制定职业防护与安全管理措施, 包括适用于控制区的规则和程序；
- c、运用行政管理程序 (如进入控制区的工作许可制度) 和实体屏障 (包括门锁) 限制进出控制区；
- d、定期审查控制区的实际状况, 以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

②监督区防护手段与安全措施

- a、以黄线警示监督区的边界；
- b、在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- c、定期检查该区的条件, 以确保是否需要采取防护措施和做出安全规定, 或是否需要更改监督区的边界。

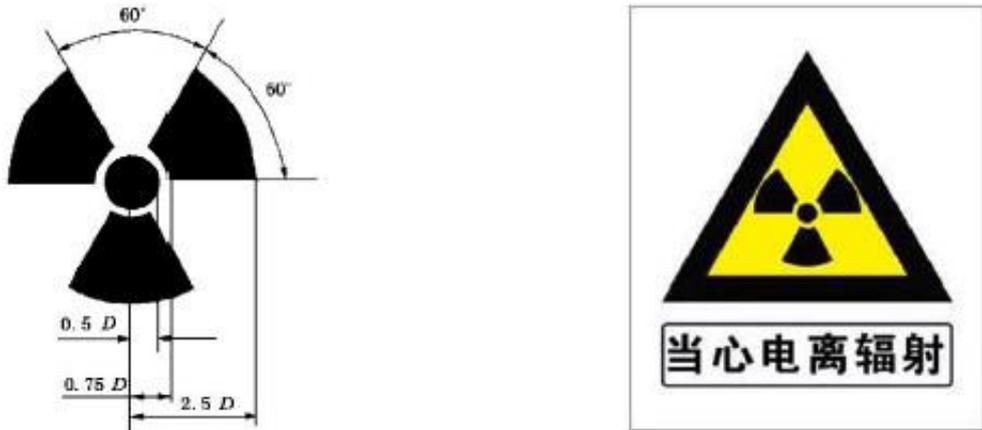


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

1、放射治疗单元

本项目直线加速器有用束照射方向为东、西方向及顶棚和地面, 2 间直线加速器

机房呈左右对称布置，机房治疗室净面积约 74.6m<sup>2</sup>，治疗室内部净高为 4.2m，设计采用密度 2.35t/m<sup>3</sup>的混凝土浇筑。加速器机房屏蔽防护措施详见下表。

**表 10-4 本项目直线加速器机房屏蔽设计情况**

防护措施		防护参数		标准要求	符合性
		1#加速器机房（15MV）			
屏蔽材料及厚度	东墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土（宽 4000mm）	有用线束直接照射的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙体按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GB18871 的要求；X 射线能量超过 15MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。	符合
		次屏蔽区	1560 mm 混凝土		
	西墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土（宽 4800mm）		
		次屏蔽区	1800mm 混凝土		
	北墙（侧墙）		1500mm 混凝土		
	南墙	迷道内墙	800mm（最窄处）~1500mm（最宽处）混凝土		
		迷道外墙	1000mm（最窄处）~1500mm（最宽处）混凝土		
	顶棚	主屏蔽区	3000mm 混凝土（外凸）		
		次屏蔽区	1800mm 混凝土		
	迷道外防护门		2mm 钢板+15mm 铅板+200mm5% 含硼聚乙烯+10mm 铅板+2mm 钢板		
备注：铅密度≥11.34g/cm <sup>3</sup> 混凝土密度≥2.35g/cm <sup>3</sup> 。					

综上，直线加速器机房防护措施满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《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/T201.2-2011）中有关布局的要求，加速器机房平面布局合理。

## 2、介入治疗单元

依据医院提供的 DSA 机房各屏蔽体的主要技术参数，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，本项目各 DSA 机房的屏蔽状况见表 10-3，直线加速器机房的屏蔽状况见表 10-4，机房最小单边长及有效使用面积见表 10-5。

**表 10-5 本项目各 DSA 机房屏蔽设计情况**

工作场所	屏蔽体	设计值 （等效铅当量）	GBZ 130-2020 标准要求	符合性分析
医技楼一层 1#DSA 机房和 2#DSA 机房	四侧墙体	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料 （3.1mmPb）	标称 125kV 以上的摄影机房，有用线束方向铅当量为 3mmPb，非有用线束方向	符合
	顶棚、地坪	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料		符合

		(3.3mmPb)	铅当量为 2mmPb。	
	观察窗	3mmPb 铅玻璃 (3mmPb)		符合
	工作人员防护门	3mmPb 铅板 (3mmPb)		符合
	病人出入防护门	3mmPb 铅板 (3mmPb)		符合
医技楼四层 3#DSA 机房和 4#DSA 机房	四侧墙体	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料 (3.1mmPb)		符合
	顶棚、地坪	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料 (3.3mmPb)		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4mmPb)		符合
	工作人员防护门	4mmPb 铅板 (4mmPb)		符合
	病人出入防护门	4mmPb 铅板 (4mmPb)		符合
	污物走廊防护门	4mmPb 铅板 (4mmPb)		符合
外科病房楼九层 5#DSA 机房 和 6#DSA 机房	四侧墙体	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料 (3.1mmPb)	符合	
	顶棚、地坪	18cm 现浇混凝土 +20mm 硫酸钡防护涂料 (3mmPb)	符合	
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4mmPb)	符合	
	工作人员防护门	4mmPb 铅板 (4mmPb)	符合	
	病人出入防护门	4mmPb 铅板 (4mmPb)	符合	
注：①铅板密度不低于 11.3g/cm <sup>3</sup> ，1mm 铅板等效为 1mmPb；铅玻璃密度不低于 4.6g/cm <sup>3</sup> ；混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> ；硫酸钡防护涂料密度不低于 3.2g/cm <sup>3</sup> ；实心砖密度不低于 1.65g/cm <sup>3</sup> ；②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.4 和表 C.5 可知，在 150kV 管电压下（有用线束），106mm 混凝土等效为 1mmPb，188mm 混凝土等效为 2mmPb，222mm 混凝土等效为 2.5mmPb，由内插法可得在 150kV 管电压下，20cm 混凝土保守等效为 2.2mmPb，18cm 混凝土保守等效为 1.9mmPb；③根据《放射防护实用手册》（赵兰才 张丹枫编著）表 6.14，在 150kV 管电压下，17mm 钡水泥密度等效 1mmPb，38mm 钡水泥密度等效 2mmPb，由内插法可得，在 150kV 管电压下，20mm 硫酸钡防护涂料保守等效为 1.1mmPb；在 150kV 管电压下，24cm 黄砖密度等效 2mmPb，因此，在 150kV 管电压下，24cm 实心砖保守等效为 2mmPb。				

表 10-6 机房面积及单边长度一览表

序号	机房名称	拟设置情况		GBZ130 表 2 标准要求		符合性评价
		最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m <sup>2</sup> )	
1	1#DSA 机房和 2#DSA 机房	6.76	55	3.5	20	符合

2	3#DSA 机房和 4#DSA 机房	7.42	76		符合
3	5#DSA 机房和 6#DSA 机房	8.40	71		符合

由表 10-3、表 10-5 可知，本项目 DSA 机房的最小有效使用面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽防护水平均高于标准要求。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关要求。

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

##### 1、放射治疗单元拟采取的污染防治措施

###### （1）加速器治疗场所固有防护措施

①视频监控系统、对讲系统。治疗室和控制室之间安装有监控、对讲系统，每个治疗室内至少设 2 个摄像头、迷道内设 1 个摄像头，能够保证机房内无死角监控，显示屏设在控制室内，操作人员能够实时监视治疗室内患者的治疗情况，并通过对讲系统与室内人员联系，以便于医师在操作室观察患者在治疗室内的状况、及时处理意外情况。

②控制台上的显示装置可显示辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数，操作人员可以随时了解设备运行情况。

③运动使能开关。为防止工作人员误操作造成事故，在手控盒两侧设置运动使能开关，只有当左右两侧的开关同时按下时才能对机器运动部件进行启动和控制。

④急停开关。治疗床侧和控制室内各设急停开关 1 个，另在加速器机房治疗室内主射线照射范围之外的墙体及迷道均设置 4 个急停开关，设置于便于操作的位置、并明显指示，发现异常时，按下此开关，可立即切断加速器主电源、停止出束。

⑤剂量测试系统。在控制系统主菜单中有“剂量系统测试”部分，可以随时了解病人剂量情况；同时通过机房内监测探头，也可了解机房内剂量率情况。

⑥密码设置。加速器、后装机设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改等。

⑦病人剂量监测与治疗控制的安全联锁。为保证病人治疗剂量准确，不致出现超剂量照射，系统设置了治疗剂量、治疗时间和治疗中旋转机架角度联锁。当治疗剂量、时间及治疗机头旋转角度其中之一到达设定限值时，联锁装置会立即启动，以停

止照射。

⑧门机安全联锁和门灯联锁。机房门、机房门上方指示灯与控制台控制开关实现联锁，机房门关闭、指示灯亮，控制台方能启动出束；门开、指示灯灭，加速器无法启动出束，装置启动时警示灯保持常亮；安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

⑨放射治疗室拟设置室内紧急开门装置，防护门设置防夹伤功能。

(2) 操作过程中的辐射安全与防护措施

①医院拟对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

②治疗期间，医院拟设两名或以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室有工作人员值守。

③任何人员未经授权或允许不得进入控制区；工作人员须在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室。

(3) 其他防护措施

①为每个辐射工作场所配备个人剂量报警仪 1 台，为每名辐射工作人员配备个人剂量计，工作人员在工作期间应正确佩戴个人剂量计，在进入机房时应持个人剂量报警仪；在机房迷道内、防护门内侧设置紧急开门装置，保证在出现紧急情况时，机房内人员能够手动打开机房防护门；防护门设防夹措施。

②建设单位在加速器工作场所配备 1 套固定式剂量监测系统，在治疗室内设置固定式辐射剂量监测仪探头，该监测系统能够显示机房内实时剂量及累积剂量，并有报警功能，其显示单元设置在控制室内；

③放疗中心配备 1 台便携式 X- $\gamma$  射线巡测仪；

④每间控制室上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等；

⑤每间机房应配备成人、儿童铅衣、铅帽、围脖、三角巾等个人防护用品与辅助防护设施至少各 1 套，降低患者非受照部位的照射剂量；

⑥在路口设置警示牌，告诫行人勿长时间停留；机房受检者出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

⑦在机房墙体合适位置和防护门上张贴电离辐射警示标识，在控制区墙体合适位

置张贴警示标识。

⑧建设单位拟在放射治疗机房设置防火报警装置，并设置机械通风装置，采用“上送、下排”的通风方式，其排风量为 3200m<sup>3</sup>/h，通风换气能力约 8 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“通风换气次数不小于 4 次/h”的要求。

## 2、介入治疗单元拟采取的污染防治措施

### （1）设备自带辐射安全防护措施

本项目 DSA 设备具备以下辐射安全防护措施：

- ① DSA 设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；
- ② 在机房内具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键；
- ③ 控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录；
- ④ 透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置；
- ⑤ DSA 设备配有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板；
- ⑥ DSA 设备配备可调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置；
- ⑦ 控制台与介入手术床旁设有急停按钮（各按钮分别与 X 射线系统串联）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个急停按钮，均可停止 X 射线系统出束。

本项目 DSA 设备各项技术指标满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）对设备性能的相关要求。

### （2）场所辐射安全防护措施

① 对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），本项目在设备自带辐射安全防护措施基础上，医院 DSA 工作场所需具备以下辐射安全防护措施：

- a) DSA 机房拟设观察窗，其位置便于观察到受检者状态与防护门关闭情况；DSA 机房内拟设有摄像监控装置，与控制台处显示屏相联，便于观察室内情况。
- b) DSA 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。
- c) 本项目各 DSA 机房均拟设置独立的新风系统进行通风换气，新风系统的进风

口和排风口均位于机房吊顶，机房内另外安装一个通风量为 500m<sup>3</sup>/h 的排风装置，废气通过排风管道引至屋顶高空排出。本项目 DSA 机房的排风管道穿墙口位于吊顶上方，穿墙方式为直接穿墙，穿墙口处的通排风管道外包装 4.0mm 铅皮进行屏蔽补偿，确保通排风管道穿墙孔外侧的辐射剂量将在控制范围内。电缆拟通过电缆沟槽从地坪下方穿越墙体，穿墙方式为 L 型穿墙，电缆管道穿墙处拟设 4.0mm 铅皮进行屏蔽补偿，管道底部敷设 4.0mm 铅板进行屏蔽补偿。

d) DSA 机房防护门醒目位置拟张贴电离辐射警告标志及中文警示说明；污物走廊防护门、医护人员防护门和病人通道防护门上方拟设置有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且与防护门有效关联；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

e) 平开门拟设置自动闭门装置，电动推拉门拟设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。本项目 DSA 机房设置防护门详情见表 10-7。

f) 受检者不应在 DSA 机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在 DSA 机房内。

(3) 为了更好地做好辐射工作场所安全防护管理，医院在 GBZ 130-2020 基础上设以下辐射安全防护措施：

① DSA 机房防护门采取屏蔽防护时，注意防护门与墙体的搭接应不小于缝隙距离的 10 倍。

② 控制室内张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

③ 对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与 DSA 机房内的手术人员联系。

④ DSA 机房受检者出入口门外拟设置 1m 黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

本项目 DSA 工作场所的辐射安全设施布置方案见附图 17。

**表 10-7 DSA 机房设置防护门概况一览表**

工作场所	防护门种类及数量
1#DSA 机房（医技楼一层）	北侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 东侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门）
2#DSA 机房（医技楼一层）	北侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 西侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门）
3#DSA 机房（医技楼四层）	东侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 南侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门） 北侧 1 扇污物走廊防护门（拟采用手动平开门）
4#DSA 机房（医技楼四层）	西侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 南侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门） 北侧 1 扇污物走廊防护门（拟采用手动平开门）

5#DSA 机房（医技楼一层）	西侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 北侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门）
6#DSA 机房（医技楼一层）	东侧 1 扇医护人员防护门（拟采用手动平开门） 北侧 1 扇病人出入防护门（拟采用电动推拉门）

(4) 辐射防护用品清单

①DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需求按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配备。个人防护用品配备情况详见下表。

**表 10-8 本项目 DSA 机房拟配备个人防护用品与标准对照表**

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套，配备 5 套	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风，各 1 件	符合
	患者和受检者	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	——	铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾，成人与儿童各 1 套	——	符合

注：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套铅当量不小于 0.5mmPb；铅防护眼镜铅当量不小于 0.25mmPb；介入防护手套不小于 0.025mmPb；铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏铅当量不小于 0.5mmPb。  
铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾铅当量不小于 0.5mmPb；儿童防护用品铅当量不小于 0.5mmPb；铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏铅当量不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量不小于 2mmPb。

(2) 个人防护检测用品

医院拟为每个 DSA 辐射工作场所辐射工作人员配置 1 台便携式 X-γ 巡测仪和 5 台个人剂量报警仪，为每名手术医生、护士拟配备 2 枚个人剂量计，包括内、外双个人剂量计，分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反；每名技师配备 1 枚个人剂量计，为外个人剂量计。每个季度及时对个人剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

## 10.2 “三废”的治理措施

### 10.2.1 放射治疗单元

本项目三废主要来自放疗科工作场所产生的含放射性核素的废水、废气与固体废物及各辐射工作场所产生的废气。为确保三废排放符合相关标准要求，拟采取以下污染防治措施。

#### 1、废气的处理

##### (1) 臭氧和氮氧化物

直线加速器运行过程中，电离辐射会与空气发生作用，产生少量臭氧和氮氧化物，相比之下臭氧的危害较氮氧化物大，其产额高，毒性大，氮氧化物产额为臭氧的1/2，因此主要考虑臭氧的影响。为保证本项目机房内空气中臭氧浓度符合国家职业接触限值，本项目拟设置相应的通风设施。根据建设单位提供的设计资料，本项目放疗中心拟配置的2台直线加速器机房，采用相同的通风方案，具体设计为：

直线加速器机房均拟设置机械通风系统，采用“上送、下排”的通风方式，其新风管道拟由防护门上方紧贴顶板经防护迷道及迷道内入口进入治疗室，送风口布排在装饰天花板上合适位置。因臭氧密度大于空气平均密度，吸风口拟设置在治疗室的对角位置（各机房东北或西北角），排风管道底部（吸风口）离地约30cm，再沿墙体（非有用线束投照部位）内壁向上接近顶板处，在装饰天花板上方转经防护迷道，由防护门上方穿出加速器机房。总排风口拟设置于放疗中心上方单层平房屋顶。本项目2间直线加速器机房排风风机设计风量均为3200m<sup>3</sup>/h，容积为377m<sup>3</sup>，排风效率均保守取60%，则2间直线加速器机房换气次数约为8次/h，远远大于4次/h。

机房防护门顶部预留通风管道洞口角度与墙体呈45°，防护上考虑了由于排风管路引起的水泥墙体的减弱，已作适当的补偿。

由于臭氧产生量小、且臭氧半衰期为22-25分钟，常温下可自行分解为氧气，故本项目加速器和后装机运行时产生的废气不会对大气造成影响。

## （2）放射性气体

感生放射性核素在空气中射程只有几米，且放射性气体产额很低，半衰期较短。由于放射性气体的半衰期短，且通过机房足够的通风，工作人员适当延缓进入治疗室，可以明显降低感生放射性的影响。

## 2、废水的处理

感生放射性循环冷却水：针对医院电子直线加速器设备中使用的内循环冷却水可能产生的感生放射性。本项目设计时循环水系统尽量避开可能使工作人员受到照射的地方。冷却水中被活化形成的放射性核素<sup>15</sup>O、<sup>16</sup>N，它们的半衰期分别为2.1min和7.3s，半衰期很短，且产生量很少，采取放置一定的时间使其活度衰减到较低水平的方法，对环境影响可以忽略不计。

## 3、固废的处理

医院电子直线加速器如有废靶产生，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），应对废靶外表面进行辐射剂量率监测，由设备厂家回收，不会在医院存储。

#### **放射性固废处理还应满足以下要求：**

- ①放射性污物间应采用双人双锁的管理制度，必须 24 小时监控。
- ②医院及科室对放射性固体废弃物严格管理制度及措施。
- ④严格区分放射性废物与非放射性废物，不可混同处理，应力求控制和减少放射性废物产生量。
- ⑤放射性废物的收集、暂存和处置应满足《放射性废物安全管理条例》（国务院令 第 612 号）的“放射性固体废物贮存单位应当建立放射性固体废物贮存情况记录档案，如实完整地记录贮存的放射性固体废物的来源、数量、特征、贮存位置、清洁解控、送交处置等与贮存活动有关的事项”等相关规定。
- ⑥建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。

#### **10.2.2 介入治疗单元**

本项目的 DSA 装置使用过程中不产生放射性废水、废气，整个过程亦无放射性固体废物产生。DSA 在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物，各 DSA 机房内均拟设置独立的新风系统进行通风换气，新风系统的进风口和排风口均位于机房吊顶，机房内另外安装一个通风量为 500m<sup>3</sup>/h 的排风装置，废气通过排风管道引至屋顶高空排出。且臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，因此，本项目医院电子直线加速器和 DSA 运行时产生的废气对环境影响较小。

#### **10.3 射线装置报废管理要求**

本项目后期投入使用后，对拟报废的射线装置，医院应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，需要报废 X 射线装置的，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门核销。

## 表11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 施工阶段环境影响简要分析

浙江省人民医院富阳院区主体工程建设已委托浙江清雨环保工程技术有限公司编制了《省人民医院富阳院区（一期）环境影响报告书》，杭州市生态环境局富阳分局以富环许审（2021）27号进行了批复。报告书中施工期环境影响评价已包含本项目拟建的介入治疗单元和放射治疗单元等土建、装修期间的的环境影响，因此，本次评价不再分析本项目建设施工期的影响，有关施工期影响详见医院主体工程报告书。

#### 11.1.2 调试阶段环境影响简要分析

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 直线加速器机房周围辐射环境影响评价

##### 1、医院电子直线加速器设备技术参数

采用最大加载条件进行核算，即加速器最高标称能量、常用最大剂量率、最大照射野、最大工作负荷等参数进行。具体如下：

- 1) X射线：15MV；
- 2) 正常治疗距离（NTD）：100cm；
- 3) 最大方形辐射野 40cm×40cm；
- 4) 最大剂量率：2400cGy/min ( $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$ )；
- 5) 等中心高度：130cm；
- 6) X射线泄漏率：0.1%。

##### 2、直线加速器机房设计参数

根据建设单位提供资料，本项目直线加速器机房平面图见图 11-1，剖面图见图 11-

2, 各部分具体尺寸见表 10-4。

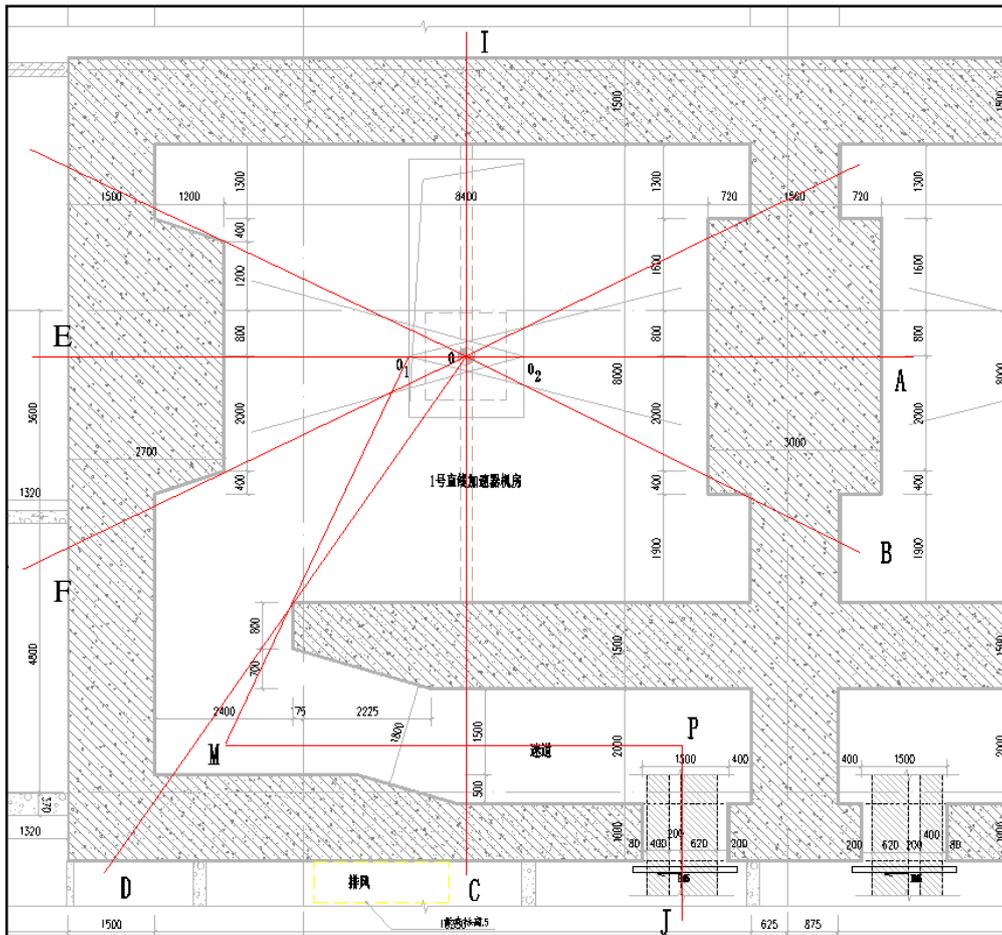


图 11-1 直线加速器机房平面图 (单位 mm)

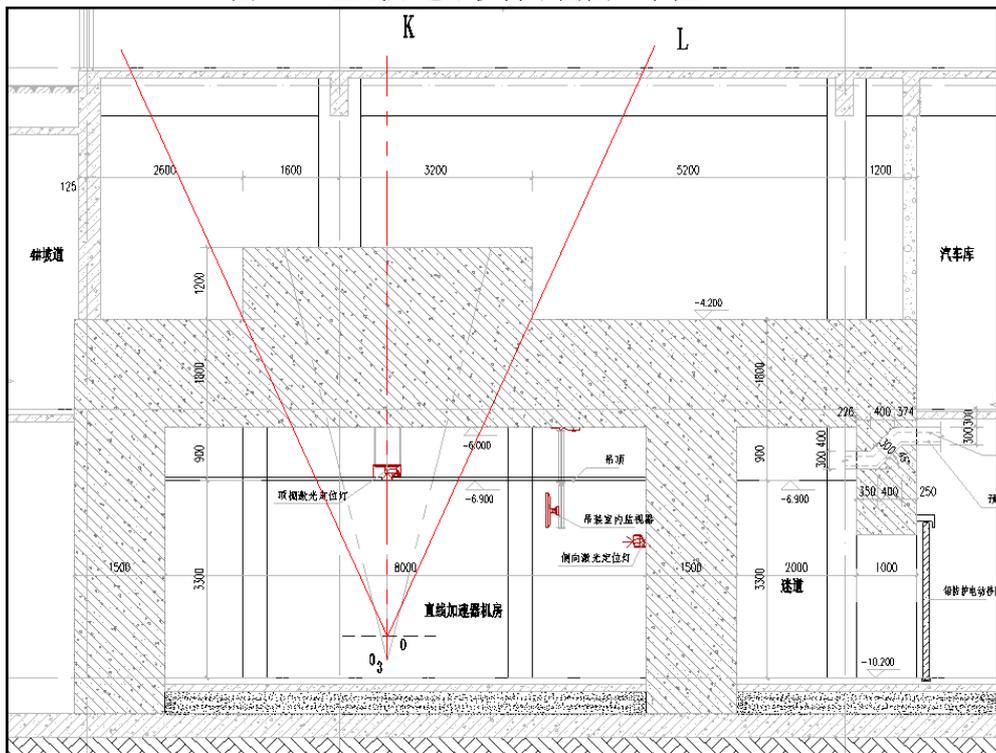


图 11-2 直线加速器机房剖面图 (单位 mm)

### 3、直线加速器机房屏蔽防护计算

按照医院电子直线加速器X射线的最大输出参数，最不利条件下，计算各关注点经过屏蔽后的辐射剂量率水平，本项目直线加速器机房1屏蔽示意图和关注点分布见图11-1~图11-2。

机房主屏蔽区主要考虑由加速器直接输出的原射线（主射束）的辐射影响，次屏蔽区主要考虑散射线和漏射线的辐射影响。

#### (1) 有用线束主屏蔽区（关注点A、E、K）

采用《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/T201.2-2011）中推荐的公式计算主屏蔽墙体外表而30cm处的辐射剂量率水平：

##### ①有效屏蔽厚度：

$$X = X_e \cdot \cos\theta \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

$X$ ：屏蔽物质厚度，cm；

$X_e$ ：射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，cm；

$\theta$ ：入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

##### ②屏蔽透射因子

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

$B$ ：屏蔽物质的屏蔽透射因子；

$X_e$ ：有效屏蔽厚度，cm；

$TVL$ ：辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚，cm；

$TVL_1$ ：辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，cm；

##### ③主射线和漏射线剂量率：

$$\dot{H}_0 = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots \dots (\text{式 11-3})$$

式中：

$\dot{H}$ ：关注点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ ：距靶1m处的有用线束或泄漏的辐射剂量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$f$ ：对有用束为1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率0.001。

④相关参数

根据业主提供资料，本项目医院电子直线加速器 X 射线线最大能量为 10MV，进行放射治疗时距靶 1m 处最高输出剂量率保守取 2400cGy/min ( $1.44 \times 10^9 \mu\text{Sv/h}$ )。

根据《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/T201.2-2011) 附录 B 中表 B1 可知，有用线束和泄漏辐射在混凝土中的什值层厚度见下表。

表 11-1 有用线束和泄漏辐射在混凝土中的什值层

MV	有用束		90° 泄漏辐射	
	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL(cm)	TVL <sub>1</sub> (cm)	TVL(cm)
10MV	41	37	35	31

根据式 11-1~式 11-3 计算可得 A、E、K 点剂量率如下表所示：

表 11-2 主屏蔽墙外关注点剂量率

场所	关注点	屏蔽墙厚度 X (cm)	有效屏蔽层厚度 X <sub>e</sub> (cm)	屏蔽透射因子 B	靶点至关注点距离 R (m)	剂量率 (μSv/h)
直线加速器机房 (10MV)	A	300	300	1.00E-08	8.5	1.99E-01
	E	300	300	1.00E-08	8.5	1.99E-01
	K	312 <sup>①</sup> +180 <sup>②</sup>	438	1.86E-12	10.2	2.57E-05

注：①屋顶上侧有 120mm 的混凝土；混凝土密度为 2.35t/m<sup>3</sup>；  
②屋顶上侧有 180mm 的实土层；实土层密度保守按 1.65t/m<sup>3</sup>。

(2) 与主屏蔽相连的次屏蔽区和迷路外墙 (关注点 B、F、L、D)

计算与主屏蔽区相连的次屏蔽区关注点处剂量率时，考虑泄漏辐射和患者散射辐射的复合作用，本项目医院电子直线加速器最大照射野为 40cm×40cm，泄漏辐射率≤0.1%。

① 泄漏辐射

根据式 11-1~式 11-3，得 B、F、L、D 点剂量率如下表所示：

表 11-10 与主屏蔽相连的次屏蔽区墙外关注点泄漏辐射剂量率

场所	关注点	屏蔽墙厚度 X (cm)	θ (°)	有效屏蔽层厚度 X <sub>e</sub> (cm)	屏蔽透射因子 B	靶点至关注点距离 R (m)	剂量率 (μSv/h)
直线加速器机房 (10MV)	B	156	29	180	2.10E-06	8.3	4.39E-02
	F	180	29	207	2.83E-07	8.3	5.92E-03
	L	180+12 <sup>①</sup>	24	221	1.00E-07	10.3	1.36E-03
	D	150	37	188	1.16E-06	9.8	1.74E-02

注：①屋顶上侧有 120mm 的混凝土；混凝土密度为 2.35 t/m<sup>3</sup>。

②患者散射辐射

采用《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/T201 2-2011) 中推荐的公式, 患者一次散射辐射的剂量估算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \quad (\text{式 11-4})$$

式中

$\dot{H}$ : 关注点剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}_0$ : 距靶 1m 处的有用线束或泄漏的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ;

$F$ : 最大照射野面积,  $1600\text{cm}^2$ ;

$R_s$ : 患者 (位于等中心点) 至关注点的距离, m;

$\alpha_{ph}$ :  $\alpha_{ph}$  与 X 射线的 MV 值及散射角 (散射方向与入射方向的夹角) 有关, 其值为  $3.18 \times 10^{-3}$  (本项目 10MV 电子直线加速器散射角按  $30^\circ$  计算)。散射辐射在砭中的 TVL 值为 28cm (散射角按  $30^\circ$  计算)。

表 11-3 与主屏蔽区相连的次屏蔽区墙外关注点患者散射辐射剂量率

场所	关注点	屏蔽墙厚度 X (cm)	$\theta$ ( $^\circ$ )	有效屏蔽层厚度 $X_e$ (cm)	屏蔽透射因子 B	等中心点至关注点距离 R (m)	患者散射剂量率贡献值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房 (10MV)	B	156	29	180	3.73E-07	8.3	9.92E-02
	F	180	29	207	4.05E-08	8.3	1.08E-02
	L	180+12 <sup>①</sup>	24	221	1.28E-08	10.3	2.21E-03
	D	150	37	188	1.93E-07	9.8	3.68E-02

注: 屋顶上侧有 120mm 的混凝土; 混凝土密度为  $2.35\text{g/cm}^3$ 。

则与主屏蔽相连的次屏蔽区墙外关注点剂量率如下表所示:

表 11-4 与主屏蔽相连的次屏蔽区墙外关注点剂量率

场所	关注点	泄漏辐射剂量率贡献 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	患者散射剂量率贡献值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房 (10MV)	B	4.39E-02	9.92E-02	1.43E-01
	F	5.92E-03	1.08E-02	1.67E-02
	L	1.36E-03	2.21E-03	3.57E-03
	D	1.74E-02	3.68E-02	5.42E-02

(3) 侧屏蔽墙 (北侧) 和迷路外墙 (南侧) (关注点 C、I)

根据式 11-1~式 11-3, 得 I 点剂量率如下表所示:

表 11-5 侧屏蔽墙墙外关注点泄漏辐射剂量率

场所	关注点	屏蔽墙厚度 X (cm)	$\theta$ ( $^\circ$ )	有效屏蔽层厚度 $X_e$ (cm)	屏蔽透射因子 B	靶点至关注点距离 R (m)	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
直线加速器机房	C	250	0	250	1.16E-08	8.8	2.16E-04

(10MV)	I	150	0	150	1.95E-05	5.8	8.35E-01
注：混凝土密度为 2.35 g/cm <sup>3</sup> 。							

(4) 直线加速器机房的迷路入口（关注点J）

本项目医院电子直线加速器X射线最大能量为10MV，分析计算过程中无需考虑中子辐射影响，本项目医院电子直线加速器机房迷路入口需考虑下列辐射：

① 泄漏辐射

本项目医院电子直线加速器的泄漏辐射（以偏离 O 的位置 O<sub>2</sub> 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 J 的辐射剂量，路径“O<sub>2</sub>-J”，核算结果应为 J 处的参考控制水平的一个分数（应小于 1/4），此处取 0.5μSv/h。

根据式 11-1~式 11-3，得 J 点泄漏辐射剂量率如下表所示：

表 11-6 直线加速器机房迷路入口泄漏辐射剂量率

直加机房	关注点	屏蔽墙厚度 X (cm)	θ (°)	有效屏蔽层厚度 Xe (cm)	屏蔽透射因子 B	靶点至参考点距离 R (m)	剂量率 (μSv/h)
直线加速器机房 (10MV)	J	150	23	163	7.43E-06	9.7	1.14E-01

注：混凝土密度为 2.35 g/cm<sup>3</sup>。

② 迷路散射辐射

加速器的散射辐射以人体（O 点）为中心，散射至 G 点的辐射收到墙的多次散射至迷路入口 J 的辐射剂量，路径“O<sub>2</sub>-O-G-H-J”。

根据《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/T201.2-2011）中推荐的计算方法进行变形，迷路入口 J 处的散射辐射剂量率  $\dot{H}$  (μSv/h) 见式 11-5：

$$\dot{H}_J = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times \frac{\alpha_3 \times B}{R_3^2} \times \dot{H}_0 \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

$\dot{H}_J$ ——J 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$ ——加速器最高剂量率，μSv·m<sup>2</sup>/h；

$\alpha_{ph}$ ——患者 400cm<sup>2</sup> 面积上的散射因子，通常取 45° 散射角的值，本项目为 1.35×10<sup>-3</sup>；

F——有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm<sup>2</sup>；

$\alpha_2$ ——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子；通常取 G 处的入射角为 45°，散射角为 0°，使用其 0.5MeV 栏内的值，本项目取 2.2×10<sup>-4</sup>；

$a_3$ ——砧墙入射的患者散射辐射的散射因子；通常取 G 处的入射角为  $45^\circ$ ，散射角为  $0^\circ$ ，使用其 0.5MeV 栏内的值，本项目取  $2.2 \times 10^{-4}$ ；

A——G 处的散射面积， $m^2$ ；

$R_1$ ——“O-G”之间的距离，m；

$R_2$ ——“G-J”之间的距离，m。

表 11-7 直线加速器机房迷路入口散射辐射剂量率

直线加速器机房 1	关注点	G 处的散射面积 ( $m^2$ )	“O-G”之间的距离 $R_1$ (m)	“G-J”之间的距离 $R_2$ (m)	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
加速器机房 (10MV)	J	17.8	8.8	12.7	2.44

a) 入口门屏蔽

本项目直线加速器机房的防护门材料及厚度为 25mmPb。

根据《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/T201.2-2011) 中推荐的计算方法，当给定防护门屏蔽厚度 X 时，防护门外的辐射剂量率  $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$  见式 11-6：

$$\dot{H} = \dot{H}_J \times 10^{-(X/\text{TVL})} + H_{oJ} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

$\dot{H}_J$ ：机房入口门外 30cm (J) 处无防护门时的迷路散射辐射的剂量率， $2.44\mu\text{Sv/h}$ ；

TVL：取 5mm 铅；

$H_{oJ}$ ：O<sub>2</sub> 位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 J 点处的剂量率， $0.114\mu\text{Sv/h}$ ；

根据式 11-12 计算得 J 点处防护门外  $\gamma$  辐射剂量率  $\dot{H}=0.114\mu\text{Sv/h}$ 。

(5) 主束屏蔽墙宽度分析

《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) 第 4.3.3 条款给出了主束屏蔽层宽度的计算方法，有用束在机房屏蔽墙的投影区宽度的计算见 (式 11-7)。

$$Y_p = 2[(\alpha + SAD)\tan \theta + 0.3] \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

$Y_p$ ：机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD：源轴距，取 1m；

$\theta$ ：治疗束的最大半张角 (相对束中的轴线)，本项目为  $14^\circ$ ；

$\alpha$ ：等中心点至与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙内表面或到外凸式主屏蔽墙外表面的距离，m。

见图11-4所示。

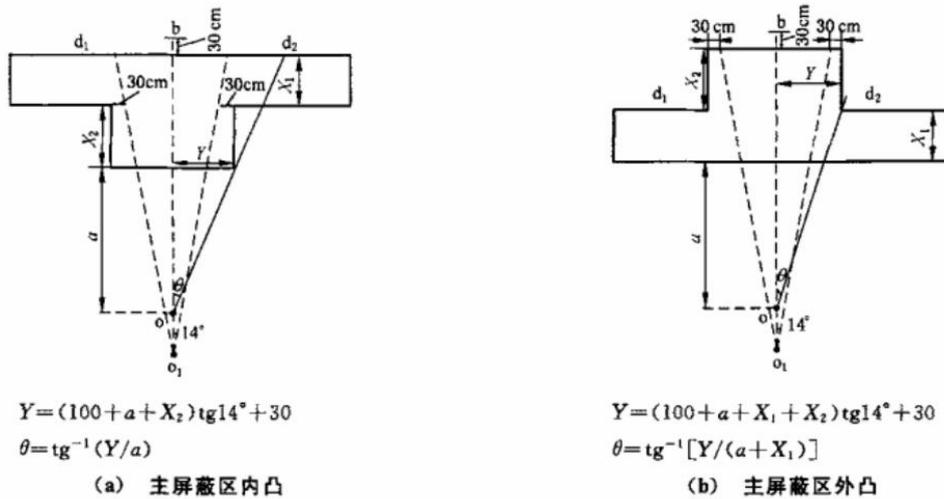


图 11-3 主束屏蔽宽度要求示意图

以西侧主屏蔽墙为例估算主束屏蔽层的最小宽度。根据设计资料，直线加速器机房西侧主屏蔽层厚度为3.0m，次屏蔽层厚度为1.8m，等中心点到主屏蔽墙内侧的最大距离为4.2m，有用射线束张角为28°，据此计算西侧主屏蔽墙的宽度要求不少于  $[(4.2+1.2+1.0) \tan 14^\circ + 0.3] \times 2 = 3.8\text{m}$ 。

同理，可以推算出直线加速器机房顶部主屏蔽的宽度要求不少于  $[(3.0+1.2+1.8+1.0) \tan 14^\circ + 0.3] \times 2 = 4.09\text{m}$ 。

本项目直线加速器机房西侧主屏蔽墙宽度为4m，东侧主屏蔽墙和顶棚主屏蔽墙宽度均为4.8m，满足屏蔽主束和散射辐射的要求。

#### (6) 预测结果及评价

直线加速器机房外的剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较如下表所示。

表 11-8 剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较

关注点	点位描述	剂量率预测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
		有用线束/泄漏	散射辐射	合计
A	东侧主防护墙中点外 30cm 处，直线加速器机房 2	1.99E-01	/	3.98E-01
	叠加直线加速器机房 1	1.99E-01	/	
B	东侧主防护墙副防护墙连接处外 30cm，直线加速器机房 2	4.39E-02	9.92E-02	2.86E-01
	叠加直线加速器机房 1	4.39E-02	9.92E-02	
C	迷道外墙外 30cm 处，直线加速器控制室 1	2.16E-04	/	2.16E-04
D	迷道外墙外 30cm 处，配电房	1.74E-02	3.68E-02	5.42E-02
E	西侧主防护墙中点外 30cm 处，后装机房控制室	1.99E-01	/	1.99E-01
F	西侧主防护墙副防护墙连接处外 30cm，后装机房准备室	5.92E-03	1.08E-02	1.67E-02

I	北侧防护墙外 30cm 处, 车道	8.35E-01	/	8.35E-01
J	直线加速器机房 1 门外 30cm 处	0.144		2.88E-01
	叠加直线加速器机房 2	0.144		
K	顶棚主防护墙中点上方 30cm 处, 感染科	2.57E-05	/	2.57E-05
L	顶棚主防护墙副防护墙连接处外 30cm, 感染科	1.36E-03	2.21E-03	3.57E-03

通过上表可以看出, 本项目直线加速器机房的辐射屏蔽措施能够使机房外的辐射剂量率满足相应的剂量率参考控制水平的要求。

#### 4、人员所受辐照剂量估算

照射剂量采用《辐射防护手册》(第一分册)中计算公式:

$$D_r = D_1 \times U \times T \times t \times 10^{-3} \dots\dots \text{(式 11-8)}$$

式中:

$D_r$ —关注点年辐射剂量率, mSv/a;

$D_1$ —关注点处的辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$t$ —每年工作时间, h;

$U$ —使用因子, 取 1;

$T$ —居留因子。

根据医院提供的工作负荷:

- a) 直线加速器检查患者人数为 50 人次/天;
- b) 曝光时长时间为 3min/人;
- c) 全年工作 250 个工作日 (5 天/周, 50 周/年);

偏安全考虑, 均按 10MV X 射线估算工作人员年有效剂量, 则根据式 11-8, 直线加速器机房外的辐射工作人员及公众成员的附加年有效剂量估算结果见下表 (各关注点的空气吸收剂量率取对应位置的最大值)。

**表 11-9 直线加速器机房外所致个人群组年有效剂量估算结果**

估算对象	位置序号	对应场所	居留因子	年照射时间 (h)	预测剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量剂量(mSv)
辐射工作人员	C	加速器控制室内	1	625	2.16E-04	1.35E-04
	E	后装机控制室内	1		1.99E-01	1.24E-01
	B	2#加速器机房内	1		3.98E-01	2.49E-01
公众	F	后装机准备室	1/2		1.67E-02	5.22E-03
	K	顶棚上感染科	1		3.57E-03	2.23E-03
	J	防护门外	1/8		2.88E-01	2.25E-02

由上表可知, 电子直线加速器工作场所辐射工作人员附加年有效剂量最大值为 0.249mSv, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)辐射工作

人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求；公众成员附加年有效剂量最大值为 0.0225mSv，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）对公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv 的要求，同时也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求。

#### 5、直线加速器机房电子线治疗时防护评价

本项目医院电子直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，电子线最大能量为 15MeV，由于电子束的穿透能力远小于 X 射线，对治疗 X 射线的屏蔽机房完全满足屏蔽电子束的要求。电子束治疗时，平均束流为 nA 量级，X 射线治疗时平均束流为  $\mu\text{A}$  量级，治疗电子束所产生的韧致辐射远小于 X 射线治疗时的辐射，即使电子能量大于治疗 X 射线的最大能量，对屏蔽电子束的韧致辐射所需要的厚度也低于对于 MV 级 X 射线的屏蔽要求。

#### 6、医院电子直线加速器“三废”影响分析

##### (1) 废气

医院电子直线加速器运行过程，辐射会与空气发生电离作用，产生臭氧和氮氧化物等。

医用电子直线加速器在运行过程中在电子束模式下会产生一定的臭氧。参照《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）附录 E 的计算公式，估算加速器 X 射线所致臭氧浓度。

$$C_{O_3} = 2.79 \times \frac{Id}{V} \times \left( 1 - e^{-\frac{v}{V}t} \right) \quad (\text{式 11-9})$$

式中：

$C_{O_3}$ ——机房中臭氧浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$I$ ——电子束流强度， $\text{mA}$ ；

$d$ ——电子束在空气中的径迹长度， $\text{cm}$ ；

$V$ ——靶室体积， $\text{m}^3$ ；

$v$ ——排气速率， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$t$ ——辐照时间， $\text{s}$ ；

使用直线加速器进行放射治疗时，根据治疗计划，治疗 1 名患者加速器出束时间约为 180 秒，直线加速器机房排气速率为  $0.89\text{m}^3/\text{s}$ （ $3200\text{m}^3/\text{h}$ ）。由上式计本项目直线加速器运行时臭氧的浓度为见下表。

表 11-10 直加机房内臭氧浓度预测

序号	机房名称	机房容 积 m <sup>3</sup>	电子束流强 度 mA	电子束在空气 中的径迹长度 cm	排气速率 m <sup>3</sup> /s	治疗结束后机房内 的臭氧浓度 mg/m <sup>3</sup>
1	直线加速 器机房 1	377.3m <sup>3</sup>	0.1	100	0.89	0.026

机房内产生的臭氧通过排风系统高空排放（排风出口应高出所在建筑物至少 1m），浓度远低于大气环境质量标准中 O<sub>3</sub> 浓度限值（《环境空气质量标准》(GB3095-2012)，1h 平均浓度为 0.2mg/m<sup>3</sup>），对周围大气环境的影响十分轻微。

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中，以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半。工作场所中 NO<sub>2</sub> 的浓度限值（GBZ2.1-2019，浓度限值为 5mg/m<sup>3</sup>）超出 O<sub>3</sub> 的 10 多倍，因而，NO<sub>2</sub> 的产生和排放对周围大气环境的影响很小。

本项目加速器机房设计采用机械通风，换气次数达每小时 8 次以上，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。加速器机房进出风管道避开主射线方向，射线经几次散射后，进出风管道进出口处辐射剂量将在控制范围内。在工作中要保证通风设施完好和正常工作，在此前提下臭氧和氮氧化物等有害气体将不会对人员和设备产生危害。

## （2）感生放射性

所有能量超过 10MeV 的粒子加速器都将产生或多或少的感生放射性，这是加速器的瞬时辐射场（包括初级粒子和次级粒子）与加速器组件和周围物质相互作用产生活化产物的结果。电子直线加速器运行过程中靶产生的高能光子可以与靶、准直器和限束系统中的金属材料的原子核发生各种核反应产生感生放射性，感生放射性水平取决于加速器电子的能量、束流强度、靶物质及运行时间等多种因素。

根据相关研究表明，在加速器使用过程中，放射治疗工作人员年受照剂量的 1/3 是由感生放射性造成的，考虑到空气中形成的感生放射性核素能够被吸入而形成内照射的事实，感生放射性造成的剂量实际上更高。参考镇江某医院 15MV 医用直线加速器验收监测结果（（2009）辐环监（验）字第（321）号），加速器在停机后 2 分钟，加速器机头 5cm 处的感生放射性水平为 3.57μSv/h，机头外 1m 处为 2.06μSv/h，医务人员摆位处为 1.25μSv/h，可见，此时进入到加速器机房的医务人员将会受到一定的辐射危害。感生放射性核素的活度和半衰期的范围都很宽，但大多数放射性核素的半衰期比较短，停机 5~10 分钟后就可以减弱到初始值的一半，因此，对感生放射性的有效防护措施之一就是等其自然衰变。

为避免加速器室内感生放射性对辐射工作人员造成的危害，建议：

①医务人员和患者都尽可能减少加速器室内滞留时间，或等待停机 5min 后再进入机房。

②加强加速器室内通风，保持加速器机房内的空气流动。

(3) 废弃靶材料

加速器运行约 10 年后退役，更换下来的靶物质及其他强感生放射性部件均应作为放射性废物进行处理。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），应对废靶及其他强感生放射性部件外表面进行辐射剂量率监测，由设备生产厂家回收。

### 11.2.2 DSA 机房周围辐射环境影响评价

#### 1、机房屏蔽体合理性分析

本项目 DSA 额定管电压为 150kV，额定管电流为 1500mA，主射方向由下往上。DSA 设备在手术中分摄影和透视两种模式。DSA 摄影（拍片）模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，工作人员近台同室进行介入操作。本次评价采用理论计算的方法分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

#### (1) 预测点位

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 B 中 B.2.1 条款，计算关注点的位置选取原则为：距墙体、门、窗 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。

本项目 DSA 机房周围关注点分布及环境特征情况见下表，预测点位示意图 11-4~图 11-9。

表 11-11 本项目预测点位分布及环境特征

医技楼一层 1#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a1	1#DSA 机房第一术者位	1#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b1	1#DSA 机房第二术者位	1#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c1	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	设备间	泄漏辐射、散射辐射
d1	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	准备室	泄漏辐射、散射辐射
e1	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处	准备室	泄漏辐射、散射辐射
f1	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	病人廊	泄漏辐射、散射辐射
g1	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	污物暂存间	泄漏辐射、散射辐射
h1	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	医护廊	泄漏辐射、散射辐射
i1	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	控制室 1	泄漏辐射、散射辐射
j1	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	控制室 1	泄漏辐射、散射辐射
k1	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	控制室 1	泄漏辐射、散射辐射
L1	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	电生理中心	泄漏辐射、散射辐射
m1	1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	车库	泄漏辐射、散射辐射
医技楼一层 2#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a2	2#DSA 机房第一术者位	2#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b2	2#DSA 机房第二术者位	2#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c2	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	走廊	泄漏辐射、散射辐射
d2	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	病人廊	泄漏辐射、散射辐射
e2	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处	准备室	泄漏辐射、散射辐射
f2	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	准备室	泄漏辐射、散射辐射
g2	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	设备机房	泄漏辐射、散射辐射
h2	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	控制室 2	泄漏辐射、散射辐射
i2	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	控制室 2	泄漏辐射、散射辐射
j2	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	控制室 2	泄漏辐射、散射辐射
k2	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	电生理中心	泄漏辐射、散射辐射
L2	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	车库	泄漏辐射、散射辐射
医技楼四层 3#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a3	3#DSA 机房第一术者位	3#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b3	3#DSA 机房第二术者位	3#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c3	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	设备间 1	泄漏辐射、散射辐射
d3	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
e3	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
f3	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	洁净走廊	泄漏辐射、散射辐射
g3	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处	洁净走廊	泄漏辐射、散射辐射
h3	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	OP26	泄漏辐射、散射辐射
i3	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	污物走廊	泄漏辐射、散射辐射
j3	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	污物走廊	泄漏辐射、散射辐射
k3	3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	女更衣室	泄漏辐射、散射辐射
L3	3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	值班室	泄漏辐射、散射辐射
医技楼四层 4#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a4	4#DSA 机房第一术者位	4#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b4	4#DSA 机房第二术者位	4#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c4	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	洁净走廊	泄漏辐射、散射辐射
d4	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	洁净走廊	泄漏辐射、散射辐射
e4	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处	洁净走廊	泄漏辐射、散射辐射

f4	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	无菌病房 1	泄漏辐射、散射辐射
g4	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
h4	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
i4	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	设备间 2	泄漏辐射、散射辐射
j4	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	污物走廊	泄漏辐射、散射辐射
k4	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	污物走廊	泄漏辐射、散射辐射
L4	4#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	换鞋区	泄漏辐射、散射辐射
m4	4#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	示教室	泄漏辐射、散射辐射
外科病房楼九层 5#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a5	5#DSA 机房第一术者位	5#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b5	5#DSA 机房第二术者位	5#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c5	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	6#DSA 机房	泄漏辐射、散射辐射
d5	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	临空	泄漏辐射、散射辐射
e5	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	设备间 1	泄漏辐射、散射辐射
f5	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处	控制室 5	泄漏辐射、散射辐射
g5	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处	控制室 5	泄漏辐射、散射辐射
h5	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	走廊	泄漏辐射、散射辐射
i5	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	走廊	泄漏辐射、散射辐射
j5	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	病房	泄漏辐射、散射辐射
K5	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	CCU 病房	泄漏辐射、散射辐射
外科病房楼九层 6#DSA 机房			
点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
a6	6#DSA 机房第一术者位	6#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
b6	6#DSA 机房第二术者位	6#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
c6	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处	控制室 6	泄漏辐射、散射辐射
d6	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处	控制室 6	泄漏辐射、散射辐射
e6	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	设备间 2	泄漏辐射、散射辐射
f6	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	临空	泄漏辐射、散射辐射
g6	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	5#DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
h6	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	走廊	泄漏辐射、散射辐射
i6	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处	走廊	泄漏辐射、散射辐射
j6	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处	病房	泄漏辐射、散射辐射
K6	6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处	CCU 病房	泄漏辐射、散射辐射

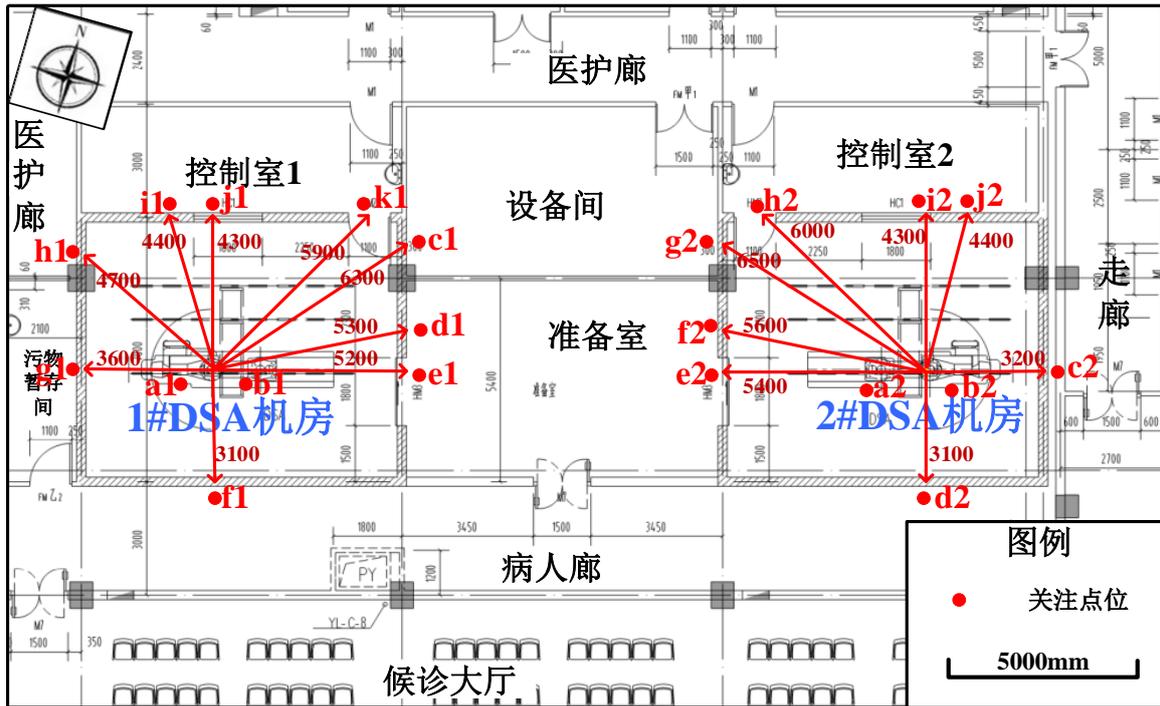


图 11-4 本项目医技楼一层（1#DSA 机房和 2#DSA 机房）平面布局及预测点位示意图

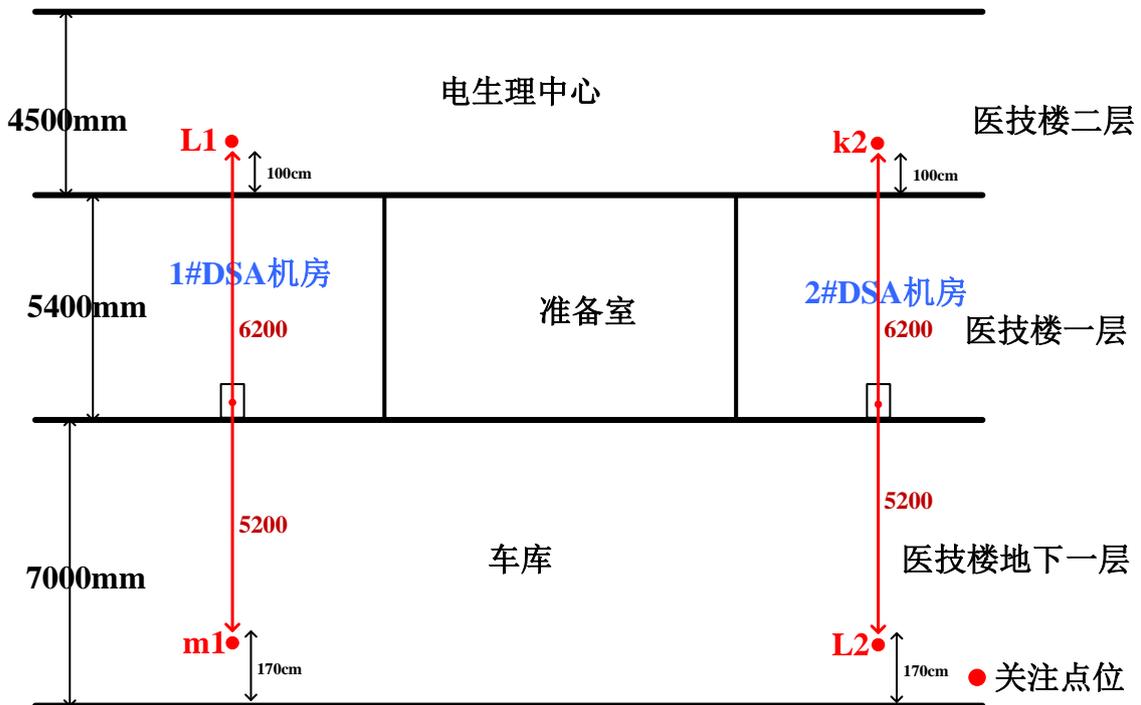


图 11-5 本项目医技楼一层（1#DSA 机房和 2#DSA 机房）剖面布局及预测点位示意图

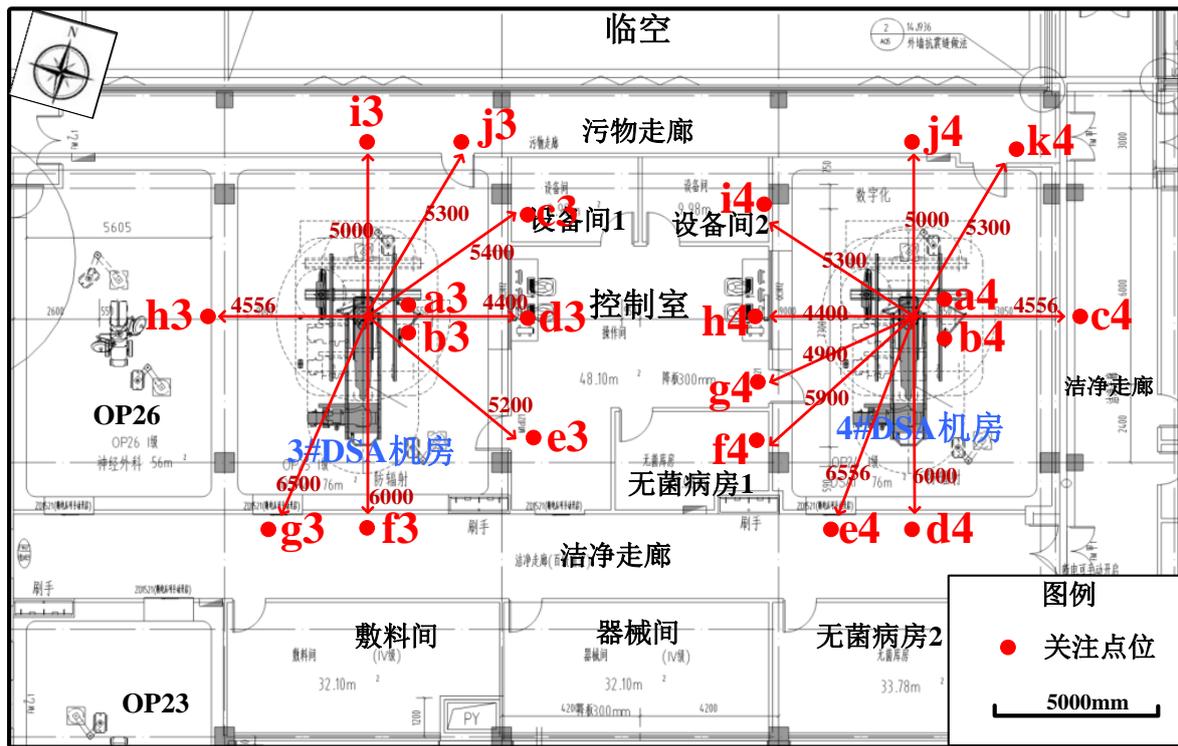


图 11-6 本项目医技楼四层（3#DSA 机房和 4#DSA 机房）平面布局及预测点位示意图

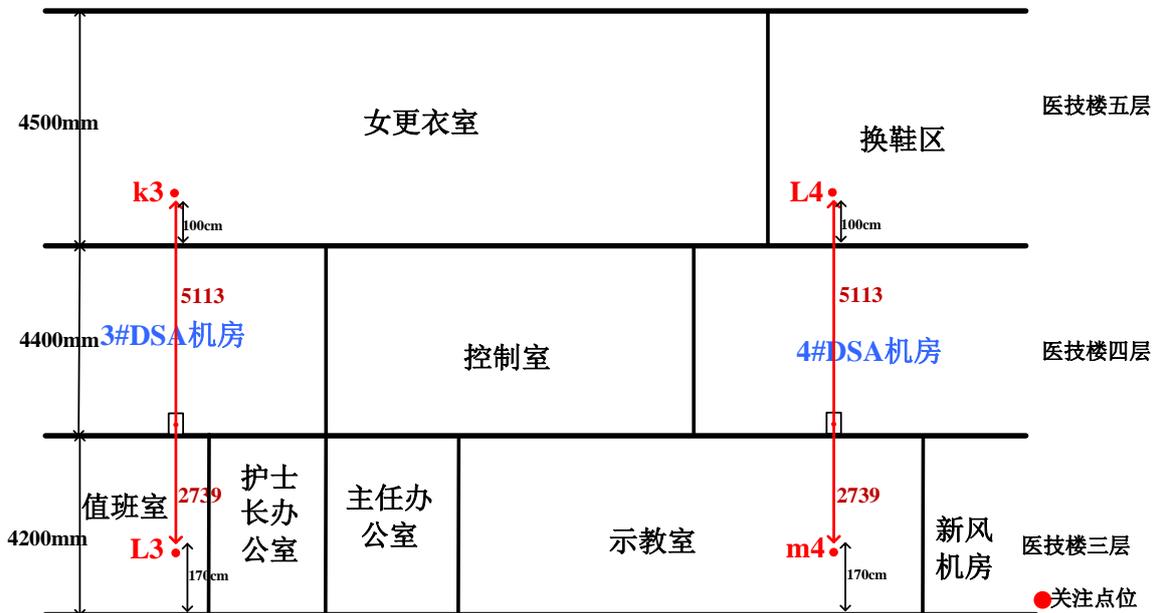


图 11-7 本项目医技楼四层（3#DSA 机房和 4#DSA 机房）剖面布局及预测点位示意图

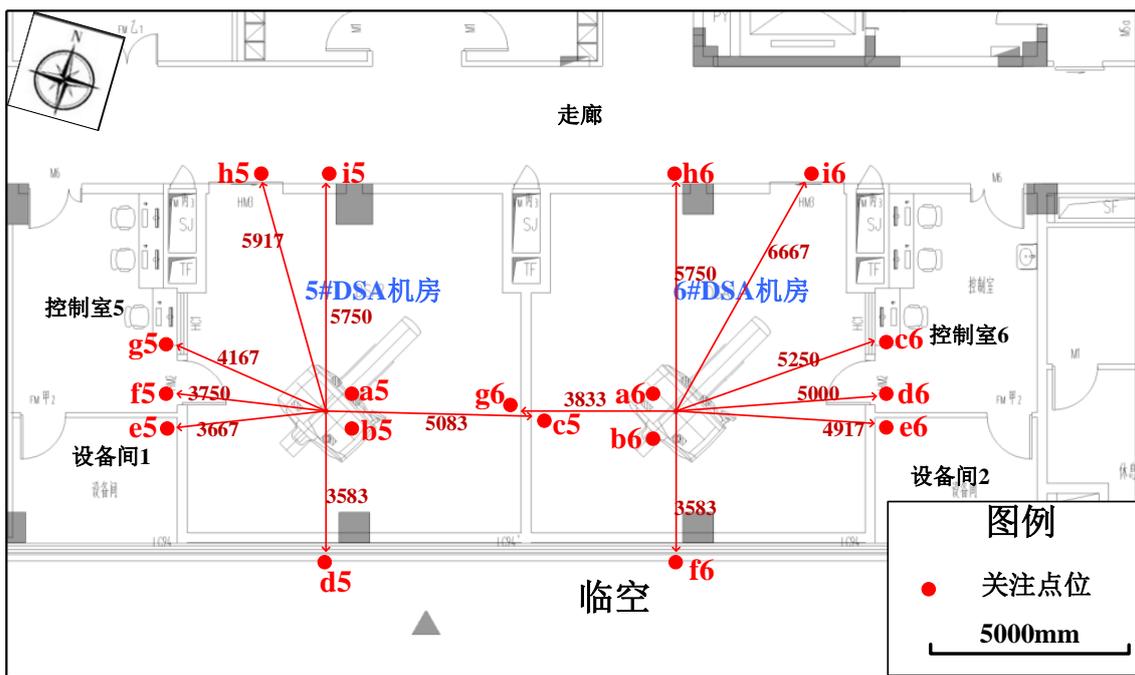


图 11-8 本项目外科病房楼九层（5#DSA 机房和 6#DSA 机房）平面布局及预测点位示意图

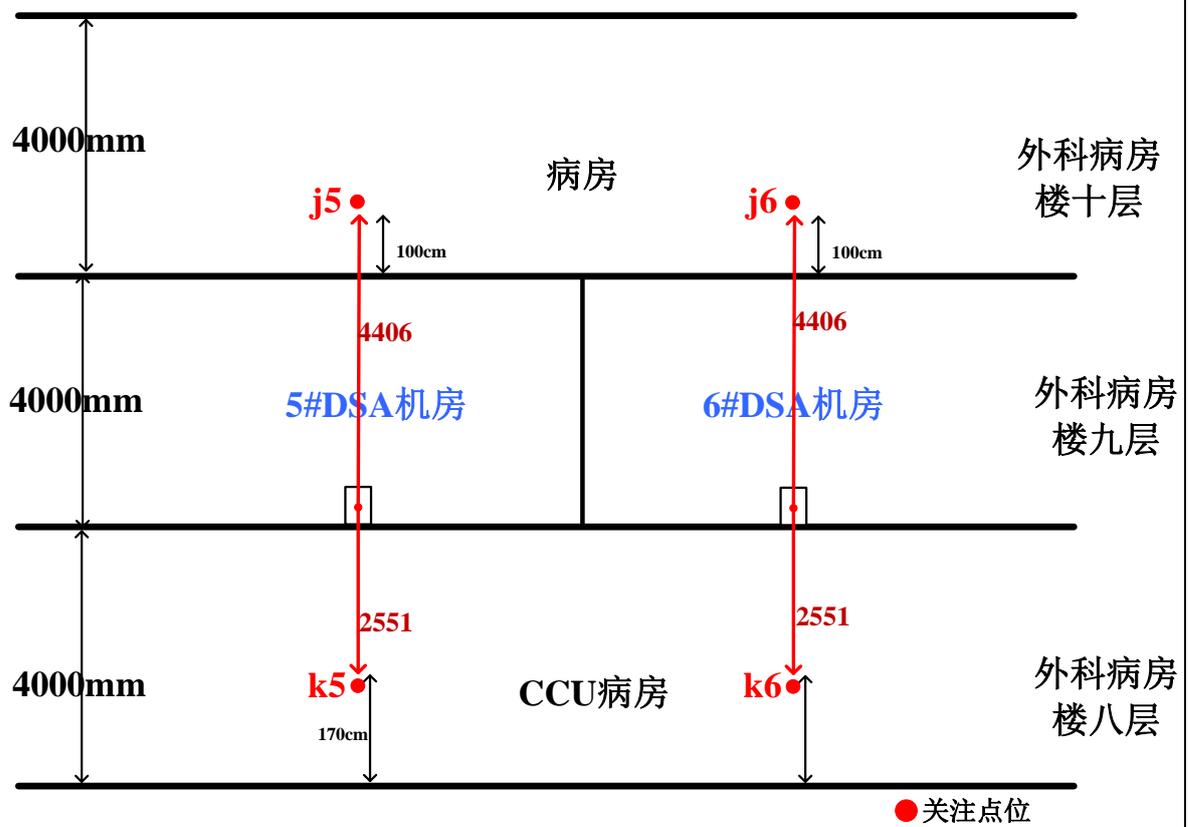


图 11-9 本项目外科病房楼九层（5#DSA 机房和 6#DSA 机房）剖面布局及预测点位示意图

## (2) 预测工况

根据建设单位提供的资料，本项目DSA设备运行的典型工况见下表。

表 11-12 本项目 DSA 设备运行的典型工况

设备名称	摄影常用最大工况		透视常用最大工况	
	管电压 (kV)	管电流 (mA)	管电压 (kV)	管电流 (mA)
DSA	100	500	80	20

## (3) 预测模式

参考《辐射防护手册——第一分册》（李德平、潘自强主编）P436~P437 页式（10.8）、（10.9）、（10.10），将原公式中的利用因子、占用因子均取为1，可推导出以下计算公式。

### ① 泄漏辐射剂量估算

$$H = \frac{H_L \cdot B}{d^2} \quad (\text{式 11-10})$$

式中：H：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$H_L$ ：距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23 页：“（77）用于诊断目的的每一个 X 线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1 毫戈瑞/小时。”，故本项目保守取值为  $1000\mu\text{Gy/h}$ 。

d：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：给定屏蔽物质的屏蔽透射因子，取值见表 11-13。

### ② 散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{I \cdot H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad (\text{式 11-11})$$

$H_s$ ：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

I：管电流，mA；本项目摄影工况管电流为 500mA，透射工况管电流为 20mA；

$H_0$ ：距靶点 1m 处的 X 射线输出量， $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 5.1.5 条款，除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl，故本项目过滤片保守取为 2.5mmAl。参考《辐射防护导论》（方杰主编）P342 页附图 3，仅有过滤片 2mmAl 和 3mmAl 的曲线图，本次评价保守按过滤片为 2mmAl 进行取值，则摄影（100kV）时 X 射线发射率常数为  $\delta_{100\text{kV}} = 9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_{0(100\text{kV})} = 5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；透视（80kV）时 X 射线发射率常数为  $\delta_{80\text{kV}} = 6\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则  $H_{0(80\text{kV})}$

$=3.6 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

$\alpha$ : 患者对入射 X 射线的散射比, 根据《辐射防护手册——第一分册》(潘自强、李德平编) P437 页,  $\alpha=a/400$ , 其中 a 为人体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比。对照该手册的表 10.1, 本项目摄影和透视工况下均取入射能量为 100kV 时 90° 散射, 则 a 保守取值 0.0013, 即  $\alpha=3.25 \times 10^{-6}$ ;

S: 散射面积, 根据《放射防护使用手册》P305, DSA 射线装置一般的照射野为 9cm×9cm, 本项目保守取 100cm<sup>2</sup>;

d<sub>0</sub>: 源与患者的距离, 根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 图 1.3, 本项目取 0.8m;

d<sub>s</sub>: 散射体(患者)与关注点的距离, m;

B: 给定屏蔽物质的屏蔽透射因子。

### ③屏蔽透射因子预测公式

依据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录 C 中第 C.1.2 条款, 对给定的铅厚度, 不同管电压 X 射线辐射在屏蔽材料中衰减的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合值见表 C.2~表 C.3, 按式 11-3 计算屏蔽透射因子:

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-12})$$

其中: B: 不同屏蔽材料的屏蔽透射因子;

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ : 不同屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

X: 屏蔽材料厚度。

本项目摄影工况按 100kV 取值, 透视工况保守按 90kV 取值(GBZ 130-2020 附录 C 表 C.2 中仅有管电压 70kV 和 90kV 的参数取值, 无 80kV 的参数取值), 泄漏辐射、散射辐射屏蔽透射因子计算如下表所示。

表 11-13 本项目屏蔽透射因子结果一览表

医技楼一层 1#DSA 机房

辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
泄漏辐射	摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		1#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07
	1#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07	
	透视	1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
		1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅衣	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	
		1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	+0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	
		1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
		1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06

			硫酸钡防护涂料						
		1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	
		1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	
		1#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08	
				混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690		
	1#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08		
			混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690			
	散射 辐射	摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05
			1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间			24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊			24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1			24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1			3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05	
1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1			3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05	
1#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心			20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07	
				混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191		
1#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库			20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07	
		混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191				

透视	1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	
	1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04	
	1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)		铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726		
	1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	
	1#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08	
			混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690		
1#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08		
		混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690			
<b>医技楼一层 2#DSA 机房</b>								
辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
泄漏辐射	摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05

		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	2.500	15.28	0.7557	4.14E-05
		2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		2#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07
		2#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07
		2#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外) 2#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
		2#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内) 2# DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5 铅: 0.5	3.067 3.067	18.83 18.83	0.7726 0.7726	6.33E-04
		2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
		2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
		2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
		2#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
散射	摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05

辐射		硫酸钡防护涂料						
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅板	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05	
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	2.507	15.33	0.9124	6.31E-05	
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
	2#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07	
			混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191		
	2#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07	
			混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191		
	透视	2#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外) 2#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
		2#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内) 2#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04
				铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	
		2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06
		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2		3mmPb 铅板	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2		3mmPb 铅玻璃	铅: 3.0	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	24cm 实心砖+20mm	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06		

			硫酸钡防护涂料					
		2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：1.1 混凝土：200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
		2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：1.1 混凝土：200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
<b>医技楼四层 3#DSA 机房</b>								
辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
泄漏 辐射	摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅：4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅：4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅：4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅：4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处女更衣室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：1.1 混凝土：200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07
		3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处值班室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：1.1 混凝土：200	2.500 0.03925	15.28 0.08567	0.7557 0.4273	1.52E-07
	透视	3#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外） 3#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅：0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
		3#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内） 3#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅：0.5 铅：0.5	3.067 3.067	18.83 18.83	0.7726 0.7726	6.33E-04
		3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅：3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅：4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
		3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅：4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07

		3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处女更衣室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08	
		3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08	
	散射 辐射	摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊			4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	
3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处女更衣室			20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.507 0.03950	15.33 0.08440	0.9124 0.5191	3.35E-07	
3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室			20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	2.507 0.03950	15.33 0.08440	0.9124 0.5191	3.35E-07	
透视		3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	
		3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅衣	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04	
		3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	+0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726		
		3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)							

		3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
		3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
		3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
		3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
		3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
		3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处女更衣室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
		3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 200	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	3.97E-08
<b>医技楼四层 4#DSA 机房</b>								
辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B
泄漏辐射	摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06
		4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05
		4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05

		4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06		
		4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	1.52E-07		
				混凝土: 200	0.03925	0.08567	0.4273			
			4#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处示教室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	1.52E-07	
					混凝土: 200	0.03925	0.08567	0.4273		
	透视		4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	
			4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)							
				4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04
				4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)		铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	
				4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
				4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
				4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
				4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
				4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
				4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
				4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
				4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
				4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
				4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08
						混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690	
			4#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处示教室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08	
					混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690		
	散射 辐射	摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
			4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05	
			4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	

透视	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
	4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07
			混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191	
	4#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处示教室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	3.35E-07
			混凝土: 200	0.03950	0.08440	0.5191	
	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)						
	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)						
	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	20cm 混凝土+20mm	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08	

			硫酸钡防护涂料	混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690		
		4#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处示教室	20cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	3.97E-08	
				混凝土: 200	0.04228	0.1137	0.4690		
<b>外科病房楼九层 5#DSA 机房</b>									
辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B	
泄漏 辐射	摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		5#DSA 机房正上方(楼上)距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	3.41E-07	
			混凝土: 180	0.03925	0.08567	0.4273			
			5#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	3.41E-07
					混凝土: 180	0.03925	0.08567	0.4273	
		透视	5#DSA 机房 1 号术者位(铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
			5#DSA 机房 2 号术者位(铅橡胶围裙外)						
			5#DSA 机房 1 号术者位(铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04
			5#DSA 机房 2 号术者位(铅橡胶围裙内)						
			5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
			5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1		24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07		

		5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07		
		5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07		
		5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06		
		5#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08		
				混凝土: 180	0.04228	0.1137	0.4690			
		5#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08		
				混凝土: 180	0.04228	0.1137	0.4690			
		散射 辐射	摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
				5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
				5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅板			铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06		
5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅玻璃			铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06		
5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板			铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06		
5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料			铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05		
5#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料			铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	7.46E-07		
				混凝土: 180	0.03950	0.08440	0.5191			
5#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料			铅: 1.1	2.507	15.33	0.9124	7.46E-07		
				混凝土: 180	0.03950	0.08440	0.5191			
透视	5#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外) 5#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)			0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	
					铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726		
	5#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内) 5#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)			0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04	
					铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726		
	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06			
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06			
5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	24cm 实心砖+20mm	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06				

			硫酸钡防护涂料						
		5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		5#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08	
				混凝土: 180	0.04228	0.1137	0.4690		
		5#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08	
				混凝土: 180	0.04228	0.1137	0.4690		
<b>外科病房楼九层 6#DSA 机房</b>									
辐射类型	工作模式	关注点位置描述	防护情况	屏蔽厚度 (mm)	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	B	
泄漏辐射	摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.500	15.28	0.7557	3.22E-05	
		6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.500	15.28	0.7557	3.39E-06	
		6#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	3.41E-07	
				混凝土: 180	0.03925	0.08567	0.4273		
	6#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	2.500	15.28	0.7557	3.41E-07		
			混凝土: 180	0.03925	0.08567	0.4273			
	透视		6#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
			6#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)						
6#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)			+0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04	
6#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)									

散射 辐射	摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06	
		6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		6#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 180	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	9.38E-08	
		6#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 180	3.067 0.04228	18.83 0.1137	0.7726 0.4690	9.38E-08	
	透视	摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	2.507	15.33	0.9124	4.91E-05
			6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			6#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 180	2.507 0.03950	15.33 0.08440	0.9124 0.5191	7.46E-07
			6#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1 混凝土: 180	2.507 0.03950	15.33 0.08440	0.9124 0.5191	7.46E-07
		6#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外) 6#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	

	6#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅悬挂帘	铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	6.33E-04
	6# DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)		铅: 0.5	3.067	18.83	0.7726	
	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅玻璃	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	24cm 实心砖+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 3.1	3.067	18.83	0.7726	5.84E-06
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4mmPb 铅板	铅: 4.0	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
	6#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08
			混凝土: 180	0.04228	0.1137	0.4690	
	6#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处 CCU 病房	18cm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	铅: 1.1	3.067	18.83	0.7726	9.38E-08
	混凝土: 180		0.04228	0.1137	0.4690		

#### 4、预测结果

(1) 各关注点漏射辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-14 本项目泄漏辐射预测结果一览表

医技楼一层 1#DSA 机房					
工作模式	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)
摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	1000	6.6	3.22E-05	7.39E-04
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	1000	5.6	3.22E-05	1.03E-03
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	1000	5.5	4.14E-05	1.37E-03
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1000	3.4	3.22E-05	2.79E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	1000	3.9	3.22E-05	2.12E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	1000	5.0	3.22E-05	1.29E-03
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	1000	4.7	3.22E-05	1.46E-03
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	1000	4.6	4.14E-05	1.96E-03

	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	1000	6.2	4.14E-05	1.08E-03
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	1000	6.2	1.52E-07	3.95E-06
	1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1000	5.2	1.52E-07	5.62E-06
透视	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	0.6	2.52E-02	70
	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	1000	6.6	5.84E-06	6.49E-04
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	1000	5.6	5.84E-06	9.34E-04
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	1000	5.5	7.93E-06	8.81E-04
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1000	3.4	5.84E-06	7.45E-04
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	1000	3.9	5.84E-06	7.45E-04
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	1000	5.0	5.84E-06	9.34E-04
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	1000	4.7	5.84E-06	8.01E-04
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	1000	4.6	7.93E-06	6.47E-04
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	1000	6.2	7.93E-06	4.50E-04
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	1000	6.2	3.97E-08	2.05E-06
	1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1000	5.2	3.97E-08	1.41E-06
<b>医技楼一层 2#DSA 机房</b>					
工作模式	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)
摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	3.5	3.22E-05	2.63E-03
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1000	3.4	3.22E-05	2.79E-03
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	1000	5.7	4.14E-05	1.27E-03
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	1000	5.9	3.22E-05	9.25E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	1000	6.8	3.22E-05	6.96E-04
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	1000	6.3	4.14E-05	1.04E-03
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	1000	4.6	4.14E-05	1.96E-03
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	1000	4.7	3.22E-05	1.46E-03
	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	1000	6.2	1.52E-07	3.95E-06
	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1000	5.2	1.52E-07	5.62E-06
透视	2#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	0.6	2.52E-02	70

	2#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	2#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	2#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	3.5	5.84E-06	4.77E-04
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1000	3.4	5.84E-06	5.05E-04
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	1000	5.7	7.93E-06	2.44E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	1000	5.9	5.84E-06	1.68E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	1000	6.8	5.84E-06	1.26E-04
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	1000	6.3	7.93E-06	2.00E-04
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	1000	4.6	7.93E-06	3.75E-04
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	1000	4.7	5.84E-06	3.59E-04
	2#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处电生理中心	1000	6.2	3.97E-08	1.03E-06
	2#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处车库	1000	5.2	3.97E-08	1.47E-06
<b>医技楼四层 3#DSA 机房</b>					
工作模式	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)
摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1000	5.7	3.22E-05	3.58E-03
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	1000	4.7	3.39E-06	5.42E-04
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	1000	5.5	3.39E-06	3.77E-04
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	6.3	3.22E-05	4.11E-03
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	1000	6.5	3.39E-06	5.42E-04
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	1000	4.9	3.22E-05	4.42E-03
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	1000	5.3	3.22E-05	2.63E-03
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1000	5.6	3.39E-06	1.92E-04
	3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处女更衣室	1000	5.1	1.52E-07	7.85E-06
	3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室	1000	2.7	1.52E-07	5.41E-06
透视	3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	1000	0.6	2.52E-02	70
	3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1000	5.7	5.84E-06	6.49E-04
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	1000	4.7	3.69E-07	5.90E-05

	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	1000	5.5	3.69E-07	4.10E-05
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	6.3	5.84E-06	7.45E-04
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	1000	6.5	3.69E-07	5.90E-05
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	1000	4.9	5.84E-06	8.01E-04
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	1000	5.3	5.84E-06	4.77E-04
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1000	5.6	3.69E-07	2.09E-05
	3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处女更衣室	1000	5.1	3.97E-08	2.05E-06
	3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处值班室	1000	2.7	3.97E-08	1.41E-06
<b>医技楼四层 4#DSA 机房</b>					
工作模式	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)
摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	4.9	3.22E-05	1.34E-03
	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	6.3	3.22E-05	8.11E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	1000	6.9	3.39E-06	7.12E-05
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	1000	6.2	3.22E-05	8.38E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	1000	5.2	3.39E-06	1.25E-04
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	1000	4.7	3.39E-06	1.53E-04
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1000	5.6	3.22E-05	1.03E-03
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	1000	5.3	3.22E-05	1.15E-03
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1000	5.6	3.39E-06	1.08E-04
	4#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处换鞋区	1000	5.1	1.52E-07	5.84E-06
	4#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处示教室	1000	2.7	1.52E-07	2.09E-05
透视	4#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	0.6	2.52E-02	70
	4#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	4#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	4#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	4.9	5.84E-06	2.43E-04
	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1000	6.3	5.84E-06	1.47E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	1000	6.9	3.69E-07	7.75E-06
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	1000	6.2	5.84E-06	1.52E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	1000	5.2	3.69E-07	1.36E-05
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	1000	4.7	3.69E-07	1.67E-05

	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1000	5.6	5.84E-06	1.86E-04
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	1000	5.3	5.84E-06	2.08E-04
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1000	5.6	3.69E-07	1.18E-05
	4#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处换鞋区	1000	5.1	3.97E-08	1.53E-06
	4#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处示教室	1000	2.7	3.97E-08	5.45E-06
<b>外科病房楼九层 5#DSA 机房</b>					
工作模式	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)
摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	1000	5.4	3.22E-05	1.10E-03
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	1000	3.9	3.22E-05	2.12E-03
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1000	4.0	3.22E-05	2.01E-03
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	1000	4.1	3.39E-06	2.02E-04
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	1000	4.5	3.39E-06	1.67E-04
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	1000	6.2	3.39E-06	8.82E-05
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	6.1	3.22E-05	8.65E-04
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1000	4.4	3.41E-07	1.76E-05
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1000	2.6	3.41E-07	5.04E-05
透视	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	0.6	2.52E-02	70
	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	1000	5.4	5.84E-06	2.00E-04
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	1000	3.9	5.84E-06	3.84E-04
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1000	4.0	5.84E-06	3.65E-04
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	1000	4.1	3.69E-07	2.20E-05
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	1000	4.5	3.69E-07	1.82E-05
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	1000	6.2	3.69E-07	9.60E-06
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	6.1	5.84E-06	1.57E-04
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1000	4.4	9.38E-08	4.85E-06
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1000	2.6	9.38E-08	1.39E-05
<b>外科病房楼九层 6#DSA 机房</b>					
工作	关注点位置描述	H <sub>L</sub> (μGy/h)	d (m)	B	H (μGy/h)

模式					
摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	1000	5.6	3.39E-06	1.08E-04
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	1000	5.3	3.39E-06	1.21E-04
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1000	5.2	3.22E-05	1.19E-03
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	1000	3.9	3.22E-05	2.12E-03
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	1000	4.1	3.22E-05	1.92E-03
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	6.1	3.22E-05	8.65E-04
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	1000	7.0	3.39E-06	6.92E-05
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1000	4.4	3.41E-07	1.76E-05
6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1000	2.6	3.41E-07	5.04E-05	
透视	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	0.6	2.52E-02	70
	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	0.6	6.33E-04	1.76
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	1000	1.2	2.52E-02	17.5
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	1000	1.2	6.33E-04	4.39E-01
	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	1000	5.6	3.69E-07	1.18E-05
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	1000	5.3	3.69E-07	1.31E-05
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1000	5.2	5.84E-06	2.16E-04
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	1000	3.9	5.84E-06	3.84E-04
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	1000	4.1	5.84E-06	3.47E-04
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1000	6.1	5.84E-06	1.57E-04
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	1000	7.0	3.69E-07	7.53E-06
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1000	4.4	9.38E-08	4.85E-06
	6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1000	2.6	9.38E-08	1.39E-05

(2) 各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-15 本项目散射辐射预测结果一览表

医技楼一层 1#DSA 机房									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.6	4.91E-05	1.55E-01
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.6	4.91E-05	2.15E-01
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.5	6.31E-05	2.86E-01

	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.4	4.91E-05	5.82E-01
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.9	4.91E-05	4.43E-01
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5	4.91E-05	2.69E-01
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.7	4.91E-05	3.05E-01
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.6	6.31E-05	4.09E-01
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.2	6.31E-05	2.25E-01
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.2	3.35E-07	1.19E-03
	1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.35E-07	1.70E-03
透视	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256
	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.6	5.84E-06	4.90E-04
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.6	5.84E-06	6.81E-04
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.5	7.93E-06	9.58E-04
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.4	5.84E-06	1.85E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.9	5.84E-06	1.40E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5	5.84E-06	8.54E-04
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.7	5.84E-06	9.67E-04
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.6	7.93E-06	1.37E-03
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.2	7.93E-06	7.54E-04
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.2	3.97E-08	3.78E-06
1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.97E-08	5.37E-06	
<b>医技楼一层 2#DSA 机房</b>									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy/h}$ )
摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.5	4.91E-05	5.50E-01
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.4	4.91E-05	5.82E-01
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.7	6.31E-05	2.66E-01
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.9	4.91E-05	1.93E-01
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.8	4.91E-05	1.46E-01
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.3	6.31E-05	2.18E-01

	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.6	6.31E-05	4.09E-01
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.7	4.91E-05	3.05E-01
	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.2	3.35E-07	1.19E-03
	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.35E-07	1.70E-03
透视	2#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256
	2#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	2#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	2#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.5	5.84E-06	1.74E-03
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.4	5.84E-06	1.85E-03
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.7	7.93E-06	8.92E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.9	5.84E-06	6.13E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.8	5.84E-06	4.62E-04
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.3	7.93E-06	7.31E-04
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.6	5.84E-06	1.01E-03
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.7	5.84E-06	9.67E-04
	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.2	3.97E-08	3.78E-06
	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.97E-08	5.37E-06
<b>医技楼四层 3#DSA 机房</b>									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.7	4.91E-05	2.07E-01
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.7	5.14E-06	3.19E-02
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.5	5.14E-06	2.33E-02
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.3	4.91E-05	1.70E-01
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.5	5.14E-06	1.67E-02
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.9	4.91E-05	2.80E-01
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.3	4.91E-05	2.40E-01
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.6	5.14E-06	2.25E-02
	3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处女更衣室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.1	3.35E-07	1.77E-03
	3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处值班室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	2.7	3.35E-07	6.30E-03
透视	3#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256

	3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.7	5.84E-06	6.57E-04
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.7	3.69E-07	6.11E-05
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.5	3.69E-07	4.46E-05
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.3	5.84E-06	5.38E-04
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.5	3.69E-07	3.19E-05
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.9	5.84E-06	8.89E-04
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.3	5.84E-06	7.60E-04
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.6	3.69E-07	4.30E-05
	3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处女更衣室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.1	3.97E-08	5.58E-06
	3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	2.7	3.97E-08	1.99E-05
<b>医技楼四层 4#DSA 机房</b>									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.9	4.91E-05	2.80E-01
	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.3	4.91E-05	1.70E-01
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.9	5.14E-06	1.48E-02
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.2	4.91E-05	1.75E-01
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.2	5.14E-06	2.61E-02
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.7	5.14E-06	3.19E-02
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.6	4.91E-05	2.15E-01
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.3	4.91E-05	2.40E-01
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.6	5.14E-06	2.25E-02
	4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.1	3.35E-07	1.77E-03
4#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处示教室	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	2.7	3.35E-07	6.30E-03	
透视	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256
	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.9	5.84E-06	8.89E-04

	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.3	5.84E-06	5.38E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.9	3.69E-07	2.83E-05
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.2	5.84E-06	5.55E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.69E-07	4.99E-05
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.7	3.69E-07	6.11E-05
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.6	5.84E-06	6.81E-04
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处废物走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.3	5.84E-06	7.60E-04
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处废物走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.6	3.69E-07	4.30E-05
	4#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处换鞋区	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.1	3.97E-08	5.58E-06
	4#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处示教室	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	2.7	3.97E-08	1.99E-05
<b>外科病房楼九层 5#DSA 机房</b>									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.4	4.91E-05	2.31E-01
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.9	4.91E-05	4.43E-01
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.0	4.91E-05	4.21E-01
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.1	5.14E-06	4.19E-02
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.5	5.14E-06	3.48E-02
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.2	5.14E-06	1.83E-02
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.1	4.91E-05	1.81E-01
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.4	7.46E-07	5.28E-03
5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	2.6	7.46E-07	1.51E-02	
透视	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256
	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.4	5.84E-06	7.32E-04
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.9	5.84E-06	1.40E-03
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.0	5.84E-06	1.33E-03
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.1	3.69E-07	8.03E-05
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.5	3.69E-07	6.66E-05
5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.2	3.69E-07	3.51E-05	

	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.1	5.84E-06	5.74E-04
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.4	9.38E-08	1.77E-05
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	2.6	9.38E-08	5.07E-05
<b>外科病房楼九层 6#DSA 机房</b>									
工作模式	关注点位置描述	$H_0$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	I (mA)	$\alpha$	S ( $\text{cm}^2$ )	$d_0$ (m)	$d_s$ (m)	B	$H_s$ ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.6	5.14E-06	2.25E-02
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.3	5.14E-06	2.51E-02
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	5.2	4.91E-05	2.49E-01
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	3.9	4.91E-05	4.43E-01
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.1	4.91E-05	4.00E-01
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	6.1	4.91E-05	1.81E-01
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	7.0	5.14E-06	1.44E-02
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	4.4	7.46E-07	5.28E-03
6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	5.40E+05	500	3.25E-06	100	0.8	2.6	7.46E-07	1.51E-02	
透视	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	256
	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	0.6	6.33E-04	6.43
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	2.52E-02	63.98
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	1.2	6.33E-04	1.61
	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.6	3.69E-07	4.30E-05
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.3	3.69E-07	4.80E-05
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	5.2	5.84E-06	7.90E-04
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	3.9	5.84E-06	1.40E-03
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.1	5.84E-06	1.27E-03
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	6.1	5.84E-06	5.74E-04
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	7.0	3.69E-07	2.75E-05
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	4.4	9.38E-08	1.77E-05
6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	3.60E+05	20	3.25E-06	100	0.8	2.6	3.98E-08	2.15E-05	

(3) 综上，将各个预测点的总辐射剂量率统计于下表。

表 11-16 各个预测点的总辐射剂量率一览表

医技楼一层 1#DSA 机房				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )

摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	7.39E-04	1.55E-01	1.56E-01
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	1.03E-03	2.15E-01	2.16E-01
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	1.37E-03	2.86E-01	2.87E-01
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	2.79E-03	5.82E-01	5.85E-01
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	2.12E-03	4.43E-01	4.45E-01
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	1.29E-03	2.69E-01	2.70E-01
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	1.46E-03	3.05E-01	3.06E-01
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	1.96E-03	4.09E-01	4.11E-01
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	1.08E-03	2.25E-01	2.26E-01
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	3.95E-06	1.19E-03	1.19E-03
	1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	5.62E-06	1.70E-03	1.71E-03
透视	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	70	256	326
	1#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1.76	6.43	8.19
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	17.5	63.98	81.5
	1#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	4.39E-01	1.61	2.05
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	6.49E-04	4.90E-04	1.14E-03
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	9.34E-04	6.81E-04	1.62E-03
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	8.81E-04	9.58E-04	1.84E-03
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	7.45E-04	1.85E-03	2.60E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	7.45E-04	1.40E-03	2.15E-03
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	9.34E-04	8.54E-04	1.79E-03
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	8.01E-04	9.67E-04	1.77E-03
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	6.47E-04	1.37E-03	2.02E-03
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	4.50E-04	7.54E-04	1.20E-03
	1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	2.05E-06	3.78E-06	5.83E-06
1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1.41E-06	5.37E-06	6.78E-06	
<b>医技楼一层 2#DSA 机房</b>				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率(μGy/h)	散射辐射剂量率(μGy/h)	总辐射剂量率(μGy/h)
摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	2.63E-03	5.50E-01	5.53E-01
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	2.79E-03	5.82E-01	5.85E-01
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	1.27E-03	2.66E-01	2.67E-01
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	9.25E-04	1.93E-01	1.94E-01

	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	6.96E-04	1.46E-01	1.47E-01
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	1.04E-03	2.18E-01	2.19E-01
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	1.96E-03	4.09E-01	4.11E-01
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	1.46E-03	3.05E-01	3.06E-01
	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	3.95E-06	1.19E-03	1.19E-03
	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	5.62E-06	1.70E-03	1.71E-03
透视	2#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	70	256	326
	2#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1.76	6.43	8.19
	2#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	17.5	63.98	81.5
	2#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	4.39E-01	1.61	2.05
	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	4.77E-04	1.74E-03	2.22E-03
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	5.05E-04	1.85E-03	2.36E-03
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	2.44E-04	8.92E-04	1.14E-03
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	1.68E-04	6.13E-04	7.81E-04
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	1.26E-04	4.62E-04	5.88E-04
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	2.00E-04	7.31E-04	9.31E-04
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	3.75E-04	1.01E-03	1.38E-03
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	3.59E-04	9.67E-04	1.33E-03
	2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	1.03E-06	3.78E-06	4.81E-06
	2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1.47E-06	5.37E-06	6.84E-06
<b>医技楼四层 3#DSA 机房</b>				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	3.58E-03	2.07E-01	2.11E-01
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	5.42E-04	3.19E-02	3.24E-02
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	3.77E-04	2.33E-02	2.37E-02
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	4.11E-03	1.70E-01	1.74E-01
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	5.42E-04	1.67E-02	1.72E-02
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	4.42E-03	2.80E-01	2.85E-01
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	2.63E-03	2.40E-01	2.42E-01
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1.92E-04	2.25E-02	2.27E-02
	3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处女更衣室	7.85E-06	1.77E-03	1.77E-03
	3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处值班室	5.41E-06	6.30E-03	6.31E-03

透视	3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	70	256	326
	3#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1.76	6.43	8.19
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	17.5	63.98	81.5
	3#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	4.39E-01	1.61	2.05
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	6.49E-04	6.57E-04	1.31E-03
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	5.90E-05	6.11E-05	1.20E-04
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	4.10E-05	4.46E-05	8.56E-05
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	7.45E-04	5.38E-04	1.28E-03
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	5.90E-05	3.19E-05	9.09E-05
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	8.01E-04	8.89E-04	1.69E-03
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	4.77E-04	7.60E-04	1.24E-03
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	2.09E-05	4.30E-05	6.39E-05
	3#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处更衣室	2.05E-06	5.58E-06	7.63E-06
	3#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处值班室	1.41E-06	1.99E-05	2.13E-05
<b>医技楼四层 4#DSA 机房</b>				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1.34E-03	2.80E-01	2.81E-01
	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	8.11E-04	1.70E-01	1.71E-01
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	7.12E-05	1.48E-02	1.49E-02
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	8.38E-04	1.75E-01	1.76E-01
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	1.25E-04	2.61E-02	2.62E-02
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	1.53E-04	3.19E-02	3.21E-02
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1.03E-03	2.15E-01	2.16E-01
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	1.15E-03	2.40E-01	2.41E-01
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1.08E-04	2.25E-02	2.26E-02
	4#DSA 机房正上方 (楼上) 距地面 100cm 处换鞋区	5.84E-06	1.77E-03	1.78E-03
	4#DSA 机房正下方 (楼下) 距地面 170cm 处示教室	2.09E-05	6.30E-03	6.32E-03
透视	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	70	256	326
	4#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)	1.76	6.43	8.19
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)	17.5	63.98	81.5
	4#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)	4.39E-01	1.61	2.05
	4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	2.43E-04	8.89E-04	1.13E-03

	4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1.47E-04	5.38E-04	6.85E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	7.75E-06	2.83E-05	3.61E-05
	4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	1.52E-04	5.55E-04	7.07E-04
	4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	1.36E-05	4.99E-05	6.35E-05
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	1.67E-05	6.11E-05	7.78E-05
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1.86E-04	6.81E-04	8.67E-04
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	2.08E-04	7.60E-04	9.68E-04
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	1.18E-05	4.30E-05	5.48E-05
	4#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处换鞋区	1.53E-06	5.58E-06	7.11E-06
	4#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处示教室	5.45E-06	1.99E-05	2.54E-05
<b>外科病房楼九层 5#DSA 机房</b>				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	1.10E-03	2.31E-01	2.32E-01
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	2.12E-03	4.43E-01	4.45E-01
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	2.01E-03	4.21E-01	4.23E-01
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	2.02E-04	4.19E-02	4.21E-02
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	1.67E-04	3.48E-02	3.50E-02
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	8.82E-05	1.83E-02	1.84E-02
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	8.65E-04	1.81E-01	1.82E-01
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1.76E-05	5.28E-03	5.30E-03
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	5.04E-05	1.51E-02	1.52E-02
透视	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	70	256	326
	5#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1.76	6.43	8.19
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	17.5	63.98	81.5
	5#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	4.39E-01	1.61	2.05
	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	2.00E-04	7.32E-04	9.32E-04
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	3.84E-04	1.40E-03	1.78E-03
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	3.65E-04	1.33E-03	1.70E-03
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	2.20E-05	8.03E-05	1.02E-04
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	1.82E-05	6.66E-05	8.48E-05
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	9.60E-06	3.51E-05	4.47E-05
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1.57E-04	5.74E-04	7.31E-04

	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	4.85E-06	1.77E-05	2.26E-05
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1.39E-05	5.07E-05	6.46E-05
<b>外科病房楼九层 6#DSA 机房</b>				
工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )
摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	1.08E-04	2.25E-02	2.26E-02
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	1.21E-04	2.51E-02	2.52E-02
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1.19E-03	2.49E-01	2.50E-01
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	2.12E-03	4.43E-01	4.45E-01
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	1.92E-03	4.00E-01	4.02E-01
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	8.65E-04	1.81E-01	1.82E-01
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	6.92E-05	1.44E-02	1.45E-02
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	1.76E-05	5.28E-03	5.30E-03
	6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	5.04E-05	1.51E-02	1.52E-02
透视	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	70	256	326
	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	1.76	6.43	8.19
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	17.5	63.98	81.5
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	4.39E-01	1.61	2.05
	6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	1.18E-05	4.30E-05	5.48E-05
	6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	1.31E-05	4.80E-05	6.11E-05
	6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	2.16E-04	7.90E-04	1.01E-03
	6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	3.84E-04	1.40E-03	1.78E-03
	6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	3.47E-04	1.27E-03	1.62E-03
	6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	1.57E-04	5.74E-04	7.31E-04
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	7.53E-06	2.75E-05	3.50E-05
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	4.85E-06	1.77E-05	2.26E-05
6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1.39E-05	2.15E-05	3.54E-05	

由上表可知：本项目 DSA 射线装置在正常运行情况下，DSA 机房周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”与“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

## 2、年有效剂量估算

### ①估算公式

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A 公式以及居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E = D_r \cdot U \cdot T \cdot K \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-13})$$

式中：

E——X 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

$D_r$ ——关注点处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

U——关注点位置的方向使用因子，全部取 1；

T——人员在关注点位置的居留因子；

k——Sv/Gy 剂量转换系数，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），光子的辐射权重因子  $WR=1$ ，则本项目 k 取值 1；

t——年照射时间，h/a。

本项目的居留因子参照《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）选取，具体数值见下表。

表 11-17 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

### ②估算结果

根据（式 11-13）与表 11-16，本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果详见下表。由于摄影时，医护人员均退出 DSA 机房，在控制室内观察，故医护人员在 DSA 摄影工况下受到的辐射照射与控制室人员相当。

表 11-18 各预测点年有效剂量估算结果

医技楼一层 1#DSA 机房						
工作模式	关注点位置描述	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv)	涉及人员类型
摄影	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	1.56E-01	10	1/16	9.73E-05	公众
	1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	2.16E-01		1/4	5.40E-04	
	1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	2.87E-01		1/4	7.18E-04	
	1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	5.85E-01		1/4	1.46E-03	
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	4.45E-01		1/16	2.78E-04	
	1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	2.70E-01		1/4	6.76E-04	
	1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	3.06E-01	5	1	1.53E-03	职业
	1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	4.11E-01		1	2.05E-03	
	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	2.26E-01		1	1.13E-03	
	1#DSA 机房正上方(楼上)距地面 100cm 处电生理中心	1.19E-03	10	1/4	2.98E-06	公众
	1#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处车库	1.71E-03		1/16	1.07E-06	
	透视	1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙外)	326	50	1	16.30
1#DSA 机房 1 号术者位 (铅橡胶围裙内)		8.19	1		4.10E-01	
1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙外)		81.5	1		4.07	
1#DSA 机房 2 号术者位 (铅橡胶围裙内)		2.05	1		1.02E-01	
1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间		1.14E-03	100	1/16	7.12E-06	公众
1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室		1.62E-03		1/4	4.04E-05	
1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室		1.84E-03		1/4	4.60E-05	
1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊		2.60E-03		1/4	6.49E-05	
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间		2.15E-03		1/16	1.34E-05	
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊		1.79E-03		1/4	4.47E-05	
1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	1.77E-03	50	1	8.84E-05	职业	
1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	2.02E-03		1	1.01E-04		

	1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	1.20E-03		1	6.02E-05	
	1#DSA 机房正上方（楼上） 距地面 100cm 处电生理中心	5.83E-06	100	1/4	1.46E-07	公众
	1#DSA 机房正下方（楼 下）距地面 170cm 处车库	6.78E-06		1/16	4.24E-08	
<b>医技楼一层 2#DSA 机房</b>						
工作 模式	关注点位置描述	总辐射剂量 率( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照 时间(h)	居留 因子	年有效剂 量(mSv)	涉及人 员类型
摄影	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	5.53E-01	10	1/4	1.38E-03	公众
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	5.85E-01		1/4	1.46E-03	
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	2.67E-01		1/4	6.68E-04	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	1.94E-01		1/4	4.85E-04	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	1.47E-01		1/16	1.38E-03	
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	2.19E-01	5	1	1.10E-03	职业
	2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	4.11E-01		1	2.05E-03	
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	3.06E-01		1	1.53E-03	
	2#DSA 机房正上方（楼上） 距地面 100cm 处电生理中心	1.19E-03	10	1/4	2.98E-06	公众
	2#DSA 机房正下方（楼 下）距地面 170cm 处车库	1.71E-03		1/16	1.07E-06	
透视	2#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙外）	326	50	1	16.30	职业(机 房内)
	2#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙内）	8.19		1	4.10E-01	
	2#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙外）	81.5		1	4.07	
	2#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙内）	2.05		1	1.02E-01	
	2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	2.22E-03	100	1/4	5.54E-05	公众
	2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	2.36E-03		1/4	5.89E-05	
	2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	1.14E-03		1/4	2.84E-05	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	7.81E-04		1/4	1.95E-05	
	2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	5.88E-04		1/16	3.68E-06	
	2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	9.31E-04	50	1	4.66E-05	职业
2#DSA 机房北侧观察窗外	1.38E-03	1		6.92E-05		

	30cm 处控制室 2							
	2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	1.33E-03		1	6.63E-05			
	2#DSA 机房正上方（楼上） 距地面 100cm 处电生理中心	4.81E-06	100	1/4	1.20E-07	公众		
	2#DSA 机房正下方（楼下） 距地面 170cm 处车库	6.84E-06		1/16	4.28E-08			
<b>医技楼四层 3#DSA 机房</b>								
工作模式	关注点位置描述	总辐射剂量率(μGy/h)	年受照时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv)	涉及人员类型		
摄影	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	2.11E-01	10	1/16	1.32E-04	公众		
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	3.24E-02	5	1	1.62E-04	职业		
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	2.37E-02		1	1.18E-04			
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1.74E-01	10	1/4	4.34E-04	公众		
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	1.72E-02		1/4	4.31E-05			
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	2.85E-01		1	2.85E-03			
	3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	2.42E-01		1/4	6.06E-04			
	3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	2.27E-02		1/4	5.67E-05			
	3#DSA 机房正上方（楼上） 距地面 100cm 处女更衣室	1.77E-03		1/4	4.43E-06			
	3#DSA 机房正下方（楼下） 距地面 170cm 处值班室	6.31E-03		1	6.31E-05			
透视	3#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙外）	326		50	1		16.30	职业(机房内)
	3#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙内）	8.19			1		4.10E-01	
	3#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙外）	81.5			1		4.07	
	3#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙内）	2.05	1		1.02E-01			
	3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1.31E-03	100	1/16	8.16E-06	公众		
	3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	1.20E-04	50	1	6.01E-06	职业		
	3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	8.56E-05		1	4.28E-06			
	3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	1.28E-03	100	1/4	3.21E-05	公众		
	3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	9.09E-05		1/4	2.27E-06			
	3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	1.69E-03		1	1.69E-04			

	3#DSA 机房北侧防护墙外30cm处污物走廊	1.24E-03		1/4	3.09E-05	
	3#DSA 机房北侧防护门外30cm处污物走廊	6.39E-05		1/4	1.60E-06	
	3#DSA 机房正上方(楼上)距地面100cm处更衣室	7.63E-06		1/4	1.91E-07	
	3#DSA 机房正下方(楼下)距地面170cm处值班室	2.13E-05		1	2.13E-06	
<b>医技楼四层4#DSA 机房</b>						
工作模式	关注点位置描述	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv)	涉及人员类型
摄影	4#DSA 机房东侧防护墙外30cm处洁净走廊	2.81E-01	10	1/4	7.03E-04	公众
	4#DSA 机房南侧防护墙外30cm处洁净走廊	1.71E-01		1/4	4.27E-04	
	4#DSA 机房南侧防护门外30cm处洁净走廊	1.49E-02		1/4	3.72E-05	
	4#DSA 机房西侧防护墙外30cm处无菌病房1	1.76E-01		1/16	1.10E-04	
	4#DSA 机房南侧防护门外30cm处控制室	2.62E-02	5	1	1.31E-04	职业
	4#DSA 机房西侧观察窗外30cm处控制室	3.21E-02		1	1.60E-04	
	4#DSA 机房北侧防护墙外30cm处设备间2	2.16E-01	10	1/16	1.35E-04	公众
	4#DSA 机房北侧防护墙外30cm处污物走廊	2.41E-01		1/4	6.03E-04	
	4#DSA 机房北侧防护门外30cm处污物走廊	2.26E-02		1/4	5.65E-05	
	4#DSA 机房正上方(楼上)距地面100cm处换鞋区	1.78E-03		1/4	4.44E-06	
	4#DSA 机房正下方(楼下)距地面170cm处示教室	6.32E-03		1/4	1.58E-05	
透视	4#DSA 机房1号术者位(铅橡胶围裙外)	326	50	1	16.30	职业(机房内)
	4#DSA 机房1号术者位(铅橡胶围裙内)	8.19		1	4.10E-01	
	4#DSA 机房2号术者位(铅橡胶围裙外)	81.5		1	4.07	
	4#DSA 机房2号术者位(铅橡胶围裙内)	2.05		1	1.02E-01	
	4#DSA 机房东侧防护墙外30cm处洁净走廊	1.13E-03	100	1/4	2.83E-05	公众
	4#DSA 机房南侧防护墙外30cm处洁净走廊	6.85E-04		1/4	1.71E-05	
	4#DSA 机房南侧防护门外30cm处洁净走廊	3.61E-05		1/4	9.01E-07	
	4#DSA 机房西侧防护墙外30cm处无菌病房1	7.07E-04		1/16	4.42E-06	
	4#DSA 机房南侧防护门外	6.35E-05		50	1	

	30cm处控制室					
	4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm处控制室	7.78E-05		1	3.89E-06	
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm处设备间 2	8.67E-04		1/16	5.42E-06	公众
	4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm处污物走廊	9.68E-04		1/4	2.42E-05	
	4#DSA 机房北侧防护门外 30cm处污物走廊	5.48E-05	100	1/4	1.37E-06	
	4#DSA 机房正上方（楼 上）距地面 100cm处换鞋区	7.11E-06		1/4	1.78E-07	
	4#DSA 机房正下方（楼 下）距地面 170cm处示教室	2.54E-05		1/4	6.34E-07	
	<b>外科病房楼九层 5#DSA 机房</b>					
工作 模式	关注点位置描述	总辐射剂量 率( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照 时间(h)	居留 因子	年有效剂 量(mSv)	涉及人 员类型
摄影	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm处 6#DSA 机房	2.32E-01	5	1	1.16E-03	职业
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm处临空	4.45E-01	10	1/16	2.78E-04	公众
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm处设备间 1	4.23E-01		1/16	2.64E-04	
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm处控制室 5	4.21E-02	5	1	2.11E-04	职业
	5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm处控制室 5	3.50E-02		1	1.75E-04	
	5#DSA 机房北侧防护门外 30cm处走廊	1.84E-02	100	1/4	4.60E-05	公众
	5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm处走廊	1.82E-01		1/4	4.55E-04	
	5#DSA 机房正上方（楼 上）距地面 100cm处病房	5.30E-03		1/4	1.32E-05	
	5#DSA 机房正下方（楼下） 距地面 170cm处 CCU 病房	1.52E-02		1/4	3.79E-05	
透视	5#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙外）	326	50	1	16.30	职业(机 房内)
	5#DSA 机房 1 号术者位 （铅橡胶围裙内）	8.19		1	4.10E-01	
	5#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙外）	81.5		1	4.07	
	5#DSA 机房 2 号术者位 （铅橡胶围裙内）	2.05		1	1.02E-01	
	5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm处 6#DSA 机房	9.32E-04	50	1	4.66E-05	职业
	5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm处临空	1.78E-03	100	1/16	1.12E-05	公众
	5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm处设备间 1	1.70E-03		1/16	1.06E-05	
	5#DSA 机房西侧防护门外 30cm处控制室 5	1.02E-04	50	1	5.12E-06	职业

	5#DSA 机房西侧观察窗外30cm 处控制室 5	8.48E-05		1	4.24E-06	
	5#DSA 机房北侧防护门外30cm 处走廊	4.47E-05	100	1/4	1.12E-06	公众
	5#DSA 机房北侧防护墙外30cm 处走廊	7.31E-04		1/4	1.83E-05	
	5#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	2.26E-05		1/4	5.64E-07	
	5#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	6.46E-05		1/4	1.62E-06	
<b>外科病房楼九层 6#DSA 机房</b>						
工作模式	关注点位置描述	总辐射剂量率( $\mu\text{Gy/h}$ )	年受照时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv)	涉及人员类型
摄影	6#DSA 机房东侧观察窗外30cm 处控制室 6	2.26E-02	5	1	1.13E-04	职业
	6#DSA 机房东侧防护门外30cm 处控制室 6	2.52E-02		1	1.26E-04	
	6#DSA 机房东侧防护墙外30cm 处设备间 2	2.50E-01	10	1/16	1.56E-04	公众
	6#DSA 机房南侧防护墙外30cm 处临空	4.45E-01		1/16	2.78E-04	
	6#DSA 机房西侧防护墙外30cm 处 5#DSA 机房内	4.02E-01	5	1	2.01E-03	职业
	6#DSA 机房北侧防护墙外30cm 处走廊	1.82E-01	10	1/4	4.55E-04	公众
	6#DSA 机房北侧防护门外30cm 处走廊	1.45E-02		1/4	3.62E-05	
	6#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处病房	5.30E-03		1/4	1.32E-05	
	6#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处 CCU 病房	1.52E-02		1/4	3.79E-05	
透视	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙外）	326	50	1	16.30	职业(机房内)
	6#DSA 机房 1 号术者位（铅橡胶围裙内）	8.19		1	4.10E-01	
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙外）	81.5		1	4.07	
	6#DSA 机房 2 号术者位（铅橡胶围裙内）	2.05		1	1.02E-01	
	6#DSA 机房东侧观察窗外30cm 处控制室 6	5.48E-05	50	1	2.74E-06	职业
	6#DSA 机房东侧防护门外30cm 处控制室 6	6.11E-05		1	3.82E-07	
	6#DSA 机房东侧防护墙外30cm 处设备间 2	1.01E-03	100	1/16	2.52E-05	公众
	6#DSA 机房南侧防护墙外30cm 处临空	1.78E-03		1/16	2.23E-05	
	6#DSA 机房西侧防护墙外30cm 处 5#DSA 机房内	1.62E-03	50	1	1.62E-04	职业
	6#DSA 机房北侧防护墙外	7.31E-04	100	1/4	1.83E-05	公众

	30cm 处走廊				
	6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	3.50E-05		1/4	8.76E-07
	6#DSA 机房正上方（楼 上）距地面 100cm 处病房	2.26E-05		1/4	1.41E-07
	6#DSA 机房正下方（楼下） 距地面 170cm 处 CCU 病房	3.54E-05		1/4	8.85E-07

表 11-19 DSA 机房对本项目保护目标的年有效剂量贡献值估算结果

医技楼一层 1#DSA 机房					
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型	
1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间	9.73E-05	7.12E-06	1.04E-04	公众	
1#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处准备室	5.40E-04	4.04E-05	5.80E-04		
1#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处准备室	7.18E-04	4.60E-05	7.64E-04		
1#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1.46E-03	6.49E-05	1.53E-03		
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处污物暂存间	2.78E-04	1.34E-05	2.92E-04		
1#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处医护廊	6.76E-04	4.47E-05	7.20E-04		
1#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 1	1.53E-03	8.84E-05	1.62E-03	职业	
1#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 1	2.05E-03	1.01E-04	2.15E-03		
1#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 1	1.13E-03	6.02E-05	1.19E-03		
1#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	2.98E-06	1.46E-07	3.13E-06	公众	
1#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1.07E-06	4.24E-08	1.11E-06		
医技楼一层 2#DSA 机房					
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型	
2#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处走廊	1.38E-03	5.54E-05	1.44E-03	公众	
2#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处病人廊	1.46E-03	5.89E-05	1.52E-03		
2#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处准备室	6.68E-04	2.84E-05	6.97E-04		
2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处准备室	4.85E-04	1.95E-05	5.04E-04		
2#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备机房	1.38E-03	3.68E-06	9.54E-05		
2#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处控制室 2	1.10E-03	4.66E-05	1.14E-03	职业	
2#DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处控制室 2	2.05E-03	6.92E-05	2.12E-03		
2#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处控制室 2	1.53E-03	6.63E-05	1.60E-03		
2#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处电生理中心	2.98E-06	1.20E-07	3.11E-06	公众	
2#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处车库	1.07E-06	4.28E-08	1.11E-06		
医技楼四层 3#DSA 机房					
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型	
3#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 1	1.32E-04	8.16E-06	1.40E-04	公众	
3#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室	1.62E-04	6.01E-06	1.68E-04	职业	
3#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室	1.18E-04	4.28E-06	1.23E-04		
3#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	4.34E-04	3.21E-05	4.66E-04		
3#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	4.31E-05	2.27E-06	4.53E-05	公众	
3#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 OP26	2.85E-03	1.69E-04	3.02E-03		
3#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	6.06E-04	3.09E-05	6.37E-04		
3#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	5.67E-05	1.60E-06	5.83E-05		
3#DSA 机房正上方（楼上）距地面 100cm 处女更衣室	4.43E-06	1.91E-07	4.63E-06		
3#DSA 机房正下方（楼下）距地面 170cm 处值班室	6.31E-05	2.13E-06	6.52E-05		

医技楼四层 4#DSA 机房				
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型
4#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	7.03E-04	2.83E-05	7.32E-04	公众
4#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处洁净走廊	4.27E-04	1.71E-05	4.44E-04	
4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处洁净走廊	3.72E-05	9.01E-07	3.81E-05	
4#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处无菌病房 1	1.10E-04	4.42E-06	1.14E-04	
4#DSA 机房南侧防护门外 30cm 处控制室	1.31E-04	3.18E-06	1.34E-04	职业
4#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室	1.60E-04	3.89E-06	1.64E-04	
4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1.35E-04	5.42E-06	1.40E-04	公众
4#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处污物走廊	6.03E-04	2.42E-05	6.27E-04	
4#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处污物走廊	5.65E-05	1.37E-06	5.79E-05	
4#DSA 机房正上方(楼上)距地面 100cm 处换鞋区	4.44E-06	1.78E-07	4.62E-06	
4#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处示教室	1.58E-05	6.34E-07	1.64E-05	
外科病房楼九层 5#DSA 机房				
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型
5#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处 6#DSA 机房	1.16E-03	4.66E-05	1.21E-03	职业
5#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	2.78E-04	1.12E-05	2.89E-04	公众
5#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处设备间 1	2.64E-04	1.06E-05	2.75E-04	
5#DSA 机房西侧防护门外 30cm 处控制室 5	2.11E-04	5.12E-06	2.16E-04	职业
5#DSA 机房西侧观察窗外 30cm 处控制室 5	1.75E-04	4.24E-06	1.79E-04	
5#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	4.60E-05	1.12E-06	4.71E-05	公众
5#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	4.55E-04	1.83E-05	4.73E-04	
5#DSA 机房正上方(楼上)距地面 100cm 处病房	1.32E-05	5.64E-07	1.38E-05	
5#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处 CCU 病房	3.79E-05	1.62E-06	3.95E-05	
外科病房楼九层 6#DSA 机房				
关注点位置描述	摄影 (mSv/a)	透视 (mSv/a)	总年有效 剂量(mSv)	涉及人员 类型
6#DSA 机房东侧观察窗外 30cm 处控制室 6	1.13E-04	2.74E-06	1.16E-04	职业
6#DSA 机房东侧防护门外 30cm 处控制室 6	1.26E-04	3.82E-07	1.26E-04	
6#DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处设备间 2	1.56E-04	2.52E-05	1.82E-04	公众
6#DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处临空	2.78E-04	2.23E-05	3.01E-04	
6#DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处 5#DSA 机房内	2.01E-03	1.62E-04	2.17E-03	职业
6#DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处走廊	4.55E-04	1.83E-05	4.73E-04	公众
6#DSA 机房北侧防护门外 30cm 处走廊	3.62E-05	8.76E-07	3.70E-05	
6#DSA 机房正上方(楼上)距地面 100cm 处病房	1.32E-05	1.41E-07	1.34E-05	
6#DSA 机房正下方(楼下)距地面 170cm 处 CCU 病房	3.79E-05	8.85E-07	3.88E-05	

根据上表可知，本项目 DSA 控制室辐射工作人员及周围公众成员年有效剂量满足剂量约束值的要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv}$ ，公众成员 $\leq 0.25\text{mSv}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员及公众成员剂量限值的要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv}$ ，公众成员 $\leq 1.0\text{mSv}$ ）。

50m 评价范围内的其他保护目标均位于上述预测关注点离 DSA 机房更远的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理，其所受辐射影响不大于靠近机房的预测关

注点，同样满足年有效剂量约束值要求。因此，本项目 DSA 工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对人员产生的辐射影响较小。

### 3、机房内介入医护人员年有效剂量

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，采用公式 11-14 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-14})$$

式中：

E：有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

$\alpha$ ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；本项目取 0.79。

$\beta$ ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；本项目取 0.051。

$H_u$ ：铅橡胶围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位：mSv；

$H_o$ ：铅橡胶围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位：mSv。

$$H_u = \dot{H}_u \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-15)$$

式中： $\dot{H}_u$ ——铅围裙内腰部附近的辐射水平， $\mu\text{Sv/h}$ 。

t——单名介入手术医生年透视时间，根据医院提供的资料，本项目 DSA 机房单名介入手术医护人员年手术台数为 300 台，每台手术平均透视时间为 20min，则单名手术医生年透视时间为 100h/a。

$$H_o = \dot{H}_o \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-16)$$

式中： $\dot{H}_o$ ——铅围裙外锁骨对应的衣领附近的辐射水平， $\mu\text{Sv/h}$ 。

t——意义和取值均同上。

根据 GBZ 130-2020) 第 6.5.1 条款和第 6.5.3 条款，本项目介入工作人员必须配置铅橡胶颈套，且铅当量不小于 0.5mmPb，则本项目系数  $\alpha$  取值 0.79， $\beta$  取值 0.051。根据公式（11-14）~公式（11-16），本项目机房内介入医护人员的年有效剂量估算结果见下表。

表 11-20 机房内介入医护人员透视模式年有效剂量估算结果

人员属性	$\alpha$	$H_u$ (mSv)	$\beta$	$H_o$ (mSv)	E (mSv)
手术医生（第一术者位）	0.79	4.10E-01	0.051	16.30	1.16E+00
手术医生（第二术者位）		1.02E-01		4.07	2.88E-01

表 11-21 机房内介入医护人员年有效剂量估算结果

工作场所	人员属性	摄影 (mSv)	透视 (mSv)	年有效剂量 (mSv)
医技楼一层 1#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	2.05E-03	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	2.05E-03	2.88E-01	2.90E-01
医技楼一层 2#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	2.05E-03	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	2.05E-03	2.88E-01	2.90E-01
医技楼四层 3#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	1.62E-04	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	1.62E-04	2.88E-01	2.88E-01
医技楼四层 4#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	1.60E-04	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	1.60E-04	2.88E-01	2.88E-01
外科病房楼九层 5#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	1.16E-03	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	1.16E-03	2.88E-01	2.89E-01
外科病房楼九层 6#DSA 机房	介入医生 (第一术者位)	2.01E-03	1.16E+00	1.16E+00
	介入医生 (第二术者位)	2.01E-03	2.88E-01	2.90E-01

由上表可知, 各 DSA 机房内的辐射工作人员年有效剂量最大为 1.16mSv, 满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中 6.1.3 规定:“当放射工作人员的年个人剂量当量小于 20mSv 时, 一般只需将个人剂量当量 Hp(10) 视为有效剂量进行评价, 无需对辐射人员的眼晶状体、皮肤和四肢的剂量进行评价。”因此, 本报告不对眼晶体、皮肤与四肢进行评价。

综上所述, 本项目 DSA 机房经实体屏蔽后, 对 DSA 机房外辐射工作人员与周围公众的环境影响较小。同时在开展手术时, 在采取有效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下, 辐射工作人员的年有效剂量均可以满足标准剂量限值与本项目剂量约束值的要求。

#### 4、“三废”影响分析

本项目 DSA 运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生, “三废”主要为臭氧和氮氧化物等非放射性气体。

本项目使用的 DSA 射线装置曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少, 本项目 DSA 机房拟采用独立层流净化系统进行通风换气, 且另外安装一个通风量为 500m<sup>3</sup>/h 的排风装置, 排风管道穿墙口位于吊顶上方, 曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体通过排风管道引至住院楼屋顶高空排出, 臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气, 对环境影响较小。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 放射治疗单元

##### 1、可能发生的辐射事故

因本项目医用直线加速器本身自带屏蔽措施以及设备固有的安全联锁装置，故设备在正常使用的情况下发生事故的极小，可能发生的辐射事故主要包括：

①安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房。

②除受治疗患者以外，机房中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员误照射。

③维修直线加速器系统时发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

## 2、预防措施

### ①辐射事故防范措施

一旦发现有人误入直线加速器机房，工作人员应立即利用最近的紧急制动开关切断设备电源，启动医院辐射事故应急预案。为防止本项目放疗科设备辐射事故发生，应采取多种防范措施：

1) 控制台上显示有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

2) 条件显示联锁：加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

3) 剂量控制联锁：安装有剂量监测系统，当吸收剂量未达到预选值时，照射终止。

4) 控制台上配置有独立于其他任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当辐照终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次辐照。

5) 有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。

6) 有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

7) 有全部安全联锁设施检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

8) 有门机安全联锁，机房门关闭后设备才能开机，被打开时会自动关机。

9) 有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

10) 控制台和治疗室内均安有紧急停机开关。

11) 机房门外设置有声音警示作用的工作状态指示灯和电离辐射警示标志。

12) 电视监控、对讲装置：治疗室和控制室之间安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与室内人员联系，以便

医师在操作时观察患者在治疗室的状态，及时处理意外情况。

## ②机房的安全保卫措施

为确保放疗科辐射工作场所的安全，本项目拟采用的安全保卫措施如下：

1) 防火措施：直线加速器机房四周为混凝土结构墙体，机房周围均没有易燃、易爆、腐蚀性等其他一切物品。

2) 防水措施：机房四周墙体防水性强，防水设计施工由专业施工队伍进行施工，对容易造成局部损坏的薄弱部位设置增强层。

3) 防盗措施：设置全自动防护铅门，放疗科拟安装摄像头，和医院保卫科监控系统连接起来，且有保安人员 24h 巡逻和值班。

4) 防丢失和破坏措施：加速器机房设置在负一层，纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏。一旦可能盗抢事件，立即关闭机房防护门，并立即向公安机关报案。

5) 防射线泄漏措施：本项目机房由具有资质的单位设计、经计算满足环保要求。本项目直线加速器固有安全性良好。

综上，本项目加速器机房的防火、防水、防盗、防丢失和防破坏以及防射线泄漏六防措施可行。

### 11.3.2 介入治疗单元

#### 1、辐射风险识别

(1) DSA 控制室操作人员或病人家属在防护门关闭后未撤离机房，而射线装置出束时造成的误照射，引发辐射事故；

(2) DSA 射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射，引发辐射事故；

(3) DSA 机房安全联锁装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房，造成有人员被误照射，引发辐射事故。

#### 2、风险防范措施

为减少辐射事故的发生，医院需做好以下防范措施：

(1) DSA 放置于专用机房内使用，机房采用实体屏蔽进行辐射防护，防护当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

(2) 工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品；定期检查机房的性能，检

查门灯联锁装置和闭门装置是否完好，检查有关的安全警示标志是否正常工作；操作曝光前应检查机房内有无无关人员逗留，机房防护门是否关闭到位，避免无关人员误入正在使用 X 射线装置的机房。

(3) 设备安装调试和检修维护人员在工作过程中，应按要求配戴个人剂量计。调试和维修期间，本项目辐射工作人员需将设备的控制权暂时移交给设备厂家工作人员，本项目辐射工作人员不参与设备的控制与维修，防止维修期间工作人员在机房误照射。

医院对可能发生的辐射事故，应及时采取应急措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，同时上报生态环境部门和卫生主管部门，并接受监督部门的处理。

### 11.3.3 应急处置预案

针对以上可能发生的事故风险，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进行整改，同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

⑤当发生或发现辐射事故，当事人应立即向医院的辐射安全负责人和法定代表人报告。当事故发生时，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生主管部门报告。

## 表12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，使用II类 X 射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

根据相关要求，医院拟应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历得技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

辐射安全管理小组的主要职责：负责门诊部放射防护与防护的监督、管理工作；制定安全防护管理制度，制定放射事件应急处理预案；落实放射防护与防护的监督、管理工作；放射科医用 X 线放射防护的全面监督与管理工作；放射治疗安全与防护监督与管理工作；宣传国家放射防护法规、标准及防护科学知识；开展放射诊疗的质量控制和质量保证工作；负责 X 线检查放射防护规章制度的落实与监督定期检测辐射环境，加强日常维护，消除安全隐患。

建设单位辐射安全管理小组的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全管理小组成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，医院应及时组织本项目所有辐射工作人员进行个人剂量检测（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天）与职业健康体检（不少于 1 次/2 年），个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；职业健康监护档案应长期保存。

(2) 根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的相关要求，自 2020 年 1 月 1 日起，医院拟组织从事辐射活动的工作人员，通过生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，经考核合格取得合格证后方可持证上岗，并按时接受再培训。根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录(2021 年版)》，本项目操作医用电子直线加速器的辐射工作人员考核专业类别为“放射治疗”，操作 DSA 的辐射工作人员考核专业类别

为“医用 X 射线诊断与介入放射学”。

### 12.1.3 年度评估报告

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关要求，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并制定完善的辐射事故应急措施。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，建设单位承诺将制定以下方面的管理制度：

**辐射安全和防护保卫制度：**根据本项目的辐射工作和设备，制定针对性的辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责辐射防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

**安全操作规程：**针对本项目新增的加速器、DSA 设备制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及操作程序等，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。。

**辐射工作人员岗位职责：**明确本项目新增辐射管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**设备检修维护制度：**根据本项目新增的医用电子直线加速器、DSA 设备更新制定相应的设备维护保养制度，并制定监测仪器维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保本项目新增设备的安全装置、安全连锁、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**射线装置使用登记和台账管理制度：**根据本项目建设内容制定台账管理制度，详细记录使用射线装置的名称、规格、型号、使用人员、使用时间、使用用途、操作运转状况等情况。

**人员培训计划：**明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**人员管理制度：**明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，医院明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，医院建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

**辐射环境监测制度：**购置辐射监测仪器等设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测方式有医院自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。

**辐射事故应急预案：**根据《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》（环发[2006]145 号文）的要求，医院应成立单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故发生情景；演练参与人员等。

**自行检查和年度评估制度：**定期对医用电子直线加速器和 DSA 的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

**辐射安全档案管理制度：**医院须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，医院应当将个人剂量档案长期保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。医院应在工作场所醒目位置张贴《DSA 安全操作规程》、《医用电子直线加速器安全操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《DSA 辐射工作人员岗位职责》、《医用电子直线加速器辐射工作人员岗位职

责》与《辐射事故应急预案》等制度，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，医院应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

综上所述，医院在落实上述制度后，能够确保本项目医用电子直线加速器和 DSA 装置的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。在日后的工作实践中，医院应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 监测仪器和防护设备**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》中第十六条规定，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

本项目为每个医用电子直线加速器辐射工作场所辐射工作人员配备 1 台便携式 X- $\gamma$  巡测仪和 1 台个人剂量报警仪，为每个辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计。每个 DSA 辐射工作场所辐射工作人员配置 1 台便携式 X- $\gamma$  巡测仪和 5 台个人剂量报警仪，本项目每位手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，技师每人配备 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。

### **12.3.2 监测计划**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位须当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。

医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年 1 月 31 日前须向生态环境部门上报备案。监测计划见下表。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

场所名称		监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
放射治疗单元 (直线加速器机房)	直线加速器机房	年度监测	周围剂量当量率	1次/年	委托监测	加速器机房迷路防护门及四周门缝处、过道、控制室和加速器机房四侧墙体、顶棚处和各电缆管道口	《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021)、 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020)
		常规监测		1次/年	自行监测		
		验收监测		验收期间, 监测1次	委托监测		
	废靶	常规监测		设备厂家	自行监测	废靶外表面	
介入治疗单元 (DSA 机房)		验收监测	周围剂量当量率	验收期间, 监测1次	委托监测	(1) 防护门外及四侧屏蔽墙外30cm, 距地面1m处、管孔穿墙处; (2) 机房上方(楼上)距地100cm处; 机房地面下方(楼下)距楼下地面170cm处; (3) 周围需要关注的监督区。	
		常规监测		1次/年	自行监测		
		年度监测		1次/年	委托监测		

## 12.4 辐射事故应急

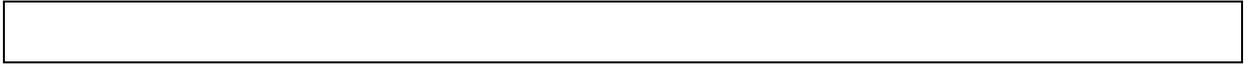
根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定, 医院应成立相应的辐射事故应急机构, 负责本单位的辐射事故应急管理工作, 主要包括下列内容:

- (1) 应急机构和职责分工(具体人员和联系电话);
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备;
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施;
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序;
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告, 上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时, 医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案, 采取必要的防范措施并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故, 应首先向当地生态环境部门报告, 造成或可能造成人员超剂量照射的, 应同时向当地卫生行政部门报告, 当发生人为破坏行为时, 应及时向公安部门报备, 并及时组织专业技术人员排除事故, 配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

## 12.5 竣工环保验收

医院应根据项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。



## 表13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 辐射安全与防护分析结论

##### 1、项目概况

浙江省人民医院富阳院区拟在富阳院区（北地块）医疗综合楼内设置放射治疗单元和介入治疗单元。

放射治疗单元位于感染科楼地下二层放疗中心，拟建设 2 间直线加速器机房，并配备建设控制室、准备室等辅助用房，新购 2 台医用电子直线加速器，射线装置型号待定，最大 X 射线能量 10MV，最大电子线能量 15MeV，主射方向为东西向、顶棚和地坪，1m 处最大剂量率 2400cGy/min，属于 II 类射线装置，用于放射治疗。

介入治疗单元分别在医技楼一层 D 区西侧介入治疗中心、医技楼四层复合手术室和外科病房楼九层心导管室各建设 2 间 DSA 机房，共 6 间 DSA 机房，并配套建设控制室、设备间等辅助用房。每间 DSA 机房各配置 1 台 DSA，共 6 台 DSA（均为单球管设备），主射方向由下朝上，最大管电压均为 150kV，最大管电流，1000mA，属 II 类射线装置，用于放射诊断和介入治疗。

本项目 DSA 机房实体边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物，医院内部与外部道路，不涉及生态保护红线、优先保护单元。

##### 2、辐射安全与防护结论

（1）本项目直线加速器机房和 DSA 机房六面墙体、防护门与观察窗均采取辐射屏蔽措施，室内有效使用面积与最小单边长度均满足标准要求，各组成部分功能区明确，能够降低人员受到意外照射的可能性，本项目辐射工作场所屏蔽防护能力与平面布局基本合理可行。

（2）本项目医用电子直线加速器和 DSA 设备均已具备一定的安全防护措施，医院拟根据相关要求落实辐射工作场所的各项安全防护措施并配置相关防护与检测用品，以上措施可满足本项目辐射安全与防护的要求。

##### 3、环境影响分析结论

###### （1）主要污染因子

本项目医用电子直线加速器产生的主要污染因子是 X 射线、电子线、臭氧和氮氧化物、感生放射性气体，DSA 装置的污染因子主要考虑 X 射线、臭氧和氮氧化物等非

放射性气体。

### (2) 辐射环境影响预测

经理论预测，在正常工况下，本项目放射治疗工作人员所受的附加年有效剂量，低于职业人员的剂量约束值（5mSv/a），公众附加年有效剂量低于公众人员的剂量约束值0.1mSv/a，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）相关要求，同时也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求。

本项目 DSA 机房摄影和透视工况下周围环境辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的 25 $\mu$ Sv/h（摄影）、2.5 $\mu$ Sv/h（透视）的限值要求；辐射工作人员和公众成员的年有效剂量约束值均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中有关“剂量限值”与本项目剂量约束值（职业人员 $\leq$ 5mSv/a，公众成员 $\leq$ 0.1mSv/a）的要求。

### (3) “三废”影响分析

加速器废靶由厂家负责回收，因而正常情况下不会对环境造成明显影响。直线加速器机房设计采用机械通风，保证通风设施完好和正常工作，臭氧和氮氧化物等有害气体将不会对人员和设备产生危害。

本项目 DSA 设备运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”主要为臭氧和氮氧化物等非放射性气体。本项目各 DSA 机房均拟设置独立的新风系统进行通风换气，新风系统的进风口和排风口均位于机房吊顶，机房内另外安装一个通风量为 500m<sup>3</sup>/h 的排风装置，废气通过排风管道引至屋顶高空排出，能保持机房内良好通风，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

## 4、辐射安全管理结论

(1) 医院应按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

(2) 建设单位拟组织本项目新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对机房和周围环境的辐射水平进行监测。

(3) 建设单位在成立放射安全管理小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范

等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

## 5、可行性分析结论

### （1）规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省杭州市富阳区春江街道民主村浙江省人民医院富阳院区内，用地性质为医疗卫生用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。本项目符合杭州市生态环境分区管控动态更新方案的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

### （2）产业政策符合性分析结论

结合国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于第三十七项“卫生健康”中第1款的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策的要求。对照《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019年本）》本项目属于第十七项“健康服务业”中第Q0184的“特色专科医院、乡镇卫生院、社区卫生服务及配套医疗设施、急救网络建设，传染病防治设施、各级疾控、卫生监督设施的更新、建设。”，属于鼓励类项目，符合杭州市当前的产业政策。

### （3）实践正当性分析结论

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

### （4）环保可行性结论

综上所述，本项目的建设符合土地利用规划和杭州市生态环境分区管控动态更新方案的建设要求，项目选址基本合理，符合国家产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，医院将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价的2台医用电子直线加速器（X射线：10MV，电子：15MeV）和6台DSA（150kV，1000mA）运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要

求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

1、医院承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

2、本项目环评报批后，医院需及时向生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

3、建设项目竣工后，医院应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。



## 表14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日