

编号：\_\_\_\_\_

# 核技术应用项目 环境影响报告表

填表人： 胡 伟

联系电话： 85903398

项目联系人： 郑 阳

联系电话： 18608015483

项目法人代表： 张林

填报单位全名称： 四川大学华西第二医院

单位公章

二〇一五年十一月

国家环境保护部

**表 1 项目概况**

单位名称	四川大学华西第二医院	地址	成都市人民南路三段20号		
法人代表姓名	张林	电话	85503190	邮编	610041
联系人及电话	郑阳 18608015483				
项目名称	四川大学华西第二医院 锦江院区一期工程新增 医用射线装置和放射源 应用	项目地点	成都市锦江区三圣乡成龙路以 南、银木街以东、杨树街以西、 紫罗兰路以北。		
项目用途	放射治疗、放射检查	项目依据	卫规财函[2013]54号		
总投资(万元)					
核技术项目投资(万元)	10410.315	核技术项目环保投资(万元)	1275.315		
应用 类 型	密封源		射线装置		
	<b>2台铯-192后装治疗机。</b> 单台铯-192 后装治疗机配用铯-192 放射源一枚，装源活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ (10Ci)，属III类放射源。		<b>6台II类射线装置如下：</b> 10MV电子直线加速器2台、6MV电子直线加速器1台、单板DSA系统3套。  <b>15台/套III类射线装置如下：</b> CT机3台、DR系统6套、胃肠造影机1台、泌尿生殖系统造影机1台、骨密度测定仪1台、乳腺摄影机1台、移动式医用诊断X射线机2台。		
<b>核技术应用的目的和任务：</b>  <b>1、概述</b>  <b>1.1 建设单位简介与核技术应用现状</b>  <b>1.1.1 建设单位简介</b>  四川大学华西第二医院为卫生部部属医院。1987年原卫生部批准，妇产科和儿科从原华西医科大学附属医院迁出单独建院，是国家卫生计生委委属委管医院和全国首批“三级甲等”妇女儿童专科医院，是集医疗、教学、科研、预防保健和人才培养为一体的大学附属医院。1998年被评为国家“三级甲等妇产儿童专科医院”。					

四川大学华西第二医院承担成都市、四川省乃至西南地区的妇女儿童危重疾病病人的救治、转诊、会诊等大量临床工作。2014年医院门、急诊病人量创历史新高，达201.7万人次，住院病人5.2万人次，手术3.6万人次，分娩1.1万人次，平均住院日为5.6天(低于国内同类医院平均水平)。医院开设十余种业余门诊、特需门诊、名老专家和知名专家门诊及专科专病的特色门诊，许多妇产科、儿科疾病的诊治水平已达到国内领先水平。自2011年4月开始，医院妇产科实行周末及节假日专家专科门诊，实现“全年无休日门诊”，有效地缓解了病人看病难的问题。

医院人南院区（位于成都市人民南路三段20号人民南路）现有编制床位730张，占地17亩，建筑面积5.9万m<sup>2</sup>，医疗业务用房面积4.1万m<sup>2</sup>，有16个临床科室和5个医技科室。医院现有职工1700余名，其中正高级师资122名、副高级师资117名、博士生导师27名、硕士生导师96名。

为提升四川大学华西第二医院基本医疗服务能力，更好地服务于患者，中华人民共和国卫生部（卫规财函[2013]54号）《关于四川大学华西第二医院总体发展规划的批复》同意四川大学华西第二医院新建锦江院区。

四川大学华西第二医院锦江院区位于成都市锦江区三圣乡成龙路以南、银木街以东、杨树街以西、紫罗兰路以北。锦江院区将根据投资及项目缓急，实施分阶段建设。本次建设为一期工程，总占地面积 63961.45 m<sup>2</sup>，规划总建筑面积 154596 m<sup>2</sup>，其中地上部分 107470 m<sup>2</sup>（含门急诊医技楼 67840m<sup>2</sup>，第一住院楼 39187m<sup>2</sup>），地下建筑面积 47126 m<sup>2</sup>。

四川大学华西第二医院将由人民南路院区和锦江院区组成，两个院区在管理上将由一套领导班子实施，在科室设置上和医疗设备上不交叉，锦江院区和人南南路院区科室设置基本一致，医疗设备全部为新购。锦江院区建成后部分医疗人员将由华西现有储备卫生技术人员组成，以保证行医质量。

## 1.1.2核技术应用现状

### 1.1.2.1辐射安全许可证的许可种类和范围

四川大学华西第二医院现持有四川省环保厅颁发的《辐射安全许可证》-附件1（许可证号：川环辐证【00424】）。许可的种类和范围：使用II、III类射线装置。

许可项目单位使用II类医用射线装置1（台/套）、使用III类医用射线装置4（台/套），具体见表1-1。

表 1-1 许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	第一照片室DR系统	III	1	使用
2	CT室CT机	III	1	使用
3	特殊造影室多功能胃肠机	III	1	使用
4	乳腺照片室内乳腺摄片机	III	1	使用
5	介入室DSA系统	II	1	使用

### 1.1.2.2 现有射线装置的安全和防护状况

项目单位按中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二章第十二条规定，对本单位2014年使用的射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，现将评估情况摘录如下：

#### (1)辐射安全和防护设施的运行与维护情况

医院辐射安全与放射防护管理委员会定期对放射科使用的射线装置进行安全运行检查，发现问题及时通知厂家到现场维修，确保了射线装置在安全状况下运行。辐射工作场所屏蔽状况良好，防护门外工作状态指示灯运行正常。

## (2)辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况

医院已制定有辐射安全和防护制度及措施，并在实际工作中得以落实，比如，辐射安全与放射防护管理委员会定期给辐射工作人员开会、培训、强调放射防护及安全问题。

辐射管理人员严格按照辐射安全管理相关制度定期检查防护设施及警告标志。认真管理辐射工作人员健康档案。辐射工作人员认真执行岗位职责和各种射线装置的使用操作规程，严格按章操作。辐射工作人员对相关法律、法规进行认真学习对其要求明了，并认真执行。

## (3)辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况

2014 年有放射工作人员 44 人，均取得放射工作人员上岗证并参加每年四川省执法大队第四支队开展的辐射安全和防护知识教育培训,2015 年新增放射工作人员 5 人。

## (4)放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置的使用或销售台账

医院建立有射线装置使用台账。无转让及异地使用射线装置等情况。

## (5)场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据

医院定期对辐射工作场所及其外环境开展自行监测，每次监测记录存档；个人剂量监测由四川省疾病预防控制中心每季度监测一次。监测数据表明；辐射工作场所无射线泄漏，个人剂量无超标。

## (6)辐射事故及应急响应情况

经全体员工的共同努力，本年度该院未发生辐射事故。

## (7)核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况

该院放射科准备新增一台DR设备，已通过建设项目职业危害放射防护评估。放射诊疗许可、辐射安全许可正在办理过程中。

## (8)存在的安全隐患及其整改情况

辐射安全与放射防护管理委员会定期到科室做督导检查，使辐射安全工作制度在相关科室里能够严格执行,确保了2014年度未发生安全隐患。

### (9)其他有关法律、法规规定的落实情况

按国家相关规定，放射工作人员均取得放射工作人员上岗证，并参加每年四川省执法大队第四支队开展的辐射安全和防护知识教育培训。开展个人剂量监测和健康体检，并建立个人档案等。

## 1.2 任务由来与编制目的

### 1.2.1 任务由来

由于放射诊断与放疗的需要，四川大学华西第二医院锦江院区将在门急诊医技住院楼和第一住院楼新增使用 2 枚 III 类铯-137 放射源、6 台 II 类射线装置、15 台 III 类医用射线装置及其辐射工作场所。

四川大学华西第二医院为向四川省环保厅申请《辐射安全许可证》增项，委托（附件 2）中国核动力研究设计院对其“四川大学华西第二医院锦江院区一期工程新增医用射线装置和放射源应用项目”开展环境影响评价。根据中华人民共和国环境保护部令第 33 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》规定，本项目属于“W 核与辐射”中“198 核技术利用建设项目——医疗使用 II 类射线装置、使用 III 类放射源，环评文件形式应为编制环境影响报告表。

项目申请在四川大学华西第二医院锦江院区使用 II、III 类射线装置、III 类放射源的辐射安全许可。其中，申请在门急诊医技住院楼的肿瘤放射治疗中心使用 II、III 类射线装置、使用 III 类放射源，在放射科使用 II、III 类射线装置，在体检科 X 光室使用 III 类射线装置，在护理部杂交手术室使用 II 类射线装置。

### 1.2.2 编制目的

中国核动力研究设计院接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，预测锦江院区新增直线加速器、后装机、DSA 系统和 III 类医用射线装在正常运行和事故期间对项目所在地周

围的环境影响，并按相应标准进行评价。同时，对项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度、事故应急预案的可行性、合理性进行分析和评价，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成《四川大学华西第二医院锦江院区一期工程新增医用射线装置和放射源应用项目项目环境影响报告表》。

### 1.3 产业政策符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 9 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。

### 1.4 编制依据

#### 1.4.1 相关法律、法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日实施；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月 1 日实施；

(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 253 号，1998 年 11 月 29 日；

(4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部令 第 3 号，2008 年修订，2008 年 12 月 6 日实施；

(5) 《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、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；

(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环保部令 第 33 号，2015 年 6 月 1 日施行；

(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施。

#### 1.4.2 技术规范和标准

- (1) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）；
- (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (3) 《后装  $\gamma$  源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）；
- (4) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）；
- (5) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）；
- (6) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ 130-2013）；
- (7) 《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）；
- (8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分:  $\gamma$  射线放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）；
- (9) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-1989）；
- (10) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；
- (11) 《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）。

#### 1.4.3 参考资料

- (1)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987)；
- (2) 建设方提供的工程设计图纸及相关技术资料。

### 1.5 采用标准

#### 1.5.1 正常运行状态下的剂量约束值

根据成都市环境保护局《关于四川大学华西第二医院锦江院区一期工程新增医用射线装置和放射源应用项目环境影响评价执行标准的批复》（成环核[2014]复字 273 号）（附件 3），本项目正常运行期间对职业人员和公众中任何个人造成的有效剂量的约束值依据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的规定：“对任何工作人员的职业照射的剂量限值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）不超过 20mSv，其中任何一年中的有效剂量不超过 50mSv；



公众照射剂量限值是指公众中有关关键人群组的成员所受到的平均个人年有效剂量估计值不超过 1mSv”，同时，结合本项目的实际情况，提出了严于国家标准的职业照射和公众照射的剂量约束值，见表 1-2，以此作为本项目辐射环境影响评价标准。

表 1-2 本项目辐射环境影响评价标准

单位：mSv/a

分 类	GB18871-2002 基本限值标准	剂量约束值
职业照射	20	6
公众照射	1	0.3

### 1.5.2 臭氧执行标准

本项目臭氧室内浓度限值按照《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2007）控制 MAC（最高容许浓度），控制值为 0.30mg/m<sup>3</sup>；外环境质量执行 GB3095-1996《环境空气质量标准》二级标准，浓度限值 0.20 mg/m<sup>3</sup>。

### 1.6 评价因子与评价范围

#### 1.6.1 评价因子

- (1)贯穿辐射：X射线、γ射线、中子；
- (2)感生放射性：感生放射性气体、活化的设备冷却水、加速器活化部件等；
- (3)环境空气：臭氧。

#### 1.6.2 评价范围

根据 HJ/T10.1-1995《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》中有关“密封源应用和射线装置”项目评价范围的相关要求，并结合本项目实际，确定本项目辐射评价范围：以辐射工作场所为中心，半径 10m 区域。

### 1.7 环境保护目标

本项目评价范围内的主要环境保护目标：有辐射工作人员、患者及陪护、其他医务人员等。具体环境保护目标见表 1-3（为准确描述环境保护目标，均以图纸上方向假设为正北方向）。

表 1-3 本项目环境保护目标

辐射场所	保护目标	相对位置	与辐射源的距离 (m)	备注	
放疗中心	加速器治疗室 1	加速器治疗室 1 操作人员	6MV 加速器控制室内控制室	>9	职业人员
		地下停车场停车人员	加速器治疗室 1 西侧	>6	公众
		加速器治疗室 2 患者	加速器治疗室 1 南侧	>8	
		后装机治疗室操作人员、患者	加速器治疗室 1 北侧	>7	职业人员 公众
		走道上的行人	加速器治疗室 1 防护门外	>9	公众
		诊室 1~5 医务人员、患者	加速器治疗室 1 楼上一层	>7	
	加速器治疗室 2	加速器治疗室 1 操作人员	10MV 加速器控制室内控制室	>9	职业人员
		地下停车场停车人员	加速器治疗室 2 西侧	>6	公众
		加速器室 3 操作人员、患者	加速器治疗室 2 南侧	>7	职业人员 公众
		加速器室 1 操作人员、患者	加速器治疗室 2 北侧	>7	
		走道上的行人	加速器治疗室 2 防护门外	10	公众
		诊室 6~11 医务人员、患者	加速器治疗室 2 楼上一层	>7	
	加速器治疗室 3	加速器治疗室 3 操作人员	10MV 加速器控制室内控制室	>9	职业人员
		地下停车场停车人员	加速器治疗室 2 西侧	>6	公众
		地下停车场停车人员	加速器治疗室 2 南侧	>7	
		加速器治疗室 2 操作人员、患者	加速器治疗室 2 北侧	>7	职业人员 公众
		走道上的行人	加速器治疗室 3 防护门外	>9	公众
		医务人员	加速器治疗室 2 楼上一层医生工作通道	>7	
	后装机治疗室 1	后装机控制室操作人员	后装机治疗室东侧控制室	>3	职业人员
		加速器治疗室 1 操作人员、患者	加速器治疗室 1 内	>5	职业人员 公众
		地下停车场停车人员	加速器治疗室 2 西侧	>6	公众
		楼内通道行人	后装机治疗室 1 北侧	>7	
		楼内通道行人	后装机治疗室 1 防护门外	>7	
		医务人员	后装机治疗室 1 顶上	>9.7	
	后装机治疗室 2	后装机控制室操作人员	后装机治疗室 2 西侧控制室	>3	职业人员
		楼内通道行人	后装机治疗室 2 东侧	>6	公众
楼内通道行人		后装机治疗室 2 北侧	>7		
楼内通道行人		后装机治疗室 2 防护门外	>7		
医务人员		后装机治疗室 1 顶上	>9.7		

续表 1-3 本项目环境保护目标

辐射场所		保护目标	相对位置	与辐射源距离 (m)	备注
放射科	CT 模拟定位室	控制室操作人员	CT 模拟定位室北侧控制室	>3	职业人员
		楼内走道行人	CT 模拟定位室东侧、西侧	>4	公众
		护士	CT 模拟定位室顶上护士办公室	>4	
	DR 模拟定位室	控制室操作人员	DR 模拟定位室南侧	>3	职业人员
		楼内走道行人	DR 模拟定位室东侧、西侧、南侧	>4	
		教授、医务人员	CT 模拟定位室顶上教授室、示教室	>4	公众
放射科	介入手术室 1	控制室工作人员	介入手术室 1 西侧控制室	>5	职业人员
		介入手术医务人员	介入手术室 1 内	>0.6	
		医务人员	介入手术室 1 西侧医生工作通道	>4	公众
		医务人员	介入手术室 1 北侧医生工作通道	>6	
		MPI2 患者	MPI2 室内	7	
		MPI2 检查工作人员	MPI2 控制室	>5	
		去污区工作人员	楼上去污区	>6	
		学习区学员	楼下学习区	>4.5	
	介入手术室 2	控制室工作人员	介入手术室 2 北侧控制室	>3.5	职业人员
		介入手术医务人员	介入手术室 2 内医生工作通道	>0.6	
		医务人员	介入手术室 2 西侧医生工作通道	>7	公众
		医务人员	介入手术室 2 南侧医生工作通道	>7	
		医务人员	介入手术室 2 东侧医生工作通道	>9	
		去污区工作人员	楼上去污区	>6	
		学习区学员	楼下学习区	>4.5	
	CT 室 1	控制室工作人员	CT 室 1 北侧控制室	4	职业人员
		医务人员	CT 室 1 北侧医生工作通道	6	公众
		患者、陪护	CT 室 1 东侧病人候诊区	4	
		患者	CT 室 1 西侧泌尿造影室	7	
		医务人员、患者	CT 室 1 顶上急诊分析区	>6	
		保管员	CT 室 1 楼下无菌物品存放区、一次性物品存放区	>4.5	

续表 1-3 本项目环境保护目标

辐射场所	保护目标	相对位置	与辐射源距离 (m)	备注	
放射科	CT室2	控制室操作人员	CT室2 北侧控制室	>5	职业人员
		患者	CT室2 东侧、南侧病人通道	>3	公众
		MRI1 控制室	CT室2 西侧 MRI1 控制室	>6	
		医务人员、患者	CT室2 顶上急诊分析区	>6	
		医务人员	CT室2 楼下检查包装灭菌区	>4.5	
	DR室1	控制室操作人员	DR室1 西侧控制室	>4	职业人员
		医务人员	DR室1 东侧	6	公众
		医务人员	DR室1 南侧医生工作通道	4	
		患者	DR室1 北侧病人通道	4	
		医务人员、患者	DR室1 楼上急诊分析区	>6	
		保管员	DR室1 楼下无菌物品存放区	>4.5	
	DR室2	控制室操作人员	DR室2 东侧控制室	>4	职业人员
		患者	DR室3 内	>5	公众
		医务人员	DR室2 南侧医生工作通道	>4	
		患者	DR室2 北侧病人通道	>4	
		医务人员、患者	DR室2 楼上急诊分析区	>6	
		保管员	DR室2 楼下无菌物品存放区	>4.5	
	DR室3	控制室操作人员	DR室3 西侧控制室	>4	职业人员
		患者	DR室2 内	>5	公众
		医务人员	DR室3 南侧医生工作通道	>4	
		患者	DR室3 北侧病人通道	>4	
		医务人员、患者	DR室3 楼上检查包装灭菌区	>6	
		医务人员	DR室3 楼下生化流水线区	>4.5	
	DR室4	控制室操作人员	DR室4 东侧控制室	>4	职业人员
		患者	骨密度室	3	公众
		医务人员	DR室4 南侧医生工作通道	>4	
		患者	DR室4 北侧病人通道	>4	
		医务人员、患者	DR室4 楼上检查包装灭菌区	>6	
		医务人员	DR室4 楼下生化流水线区	>4.5	
	骨密度室	控制室操作人员	骨密度室西侧控制室	>3	职业人员
患者		DR室4 内	4	公众	
医务人员		骨密度室南侧医生工作通道	>4		
患者		骨密度室北侧病人通道	>4		
医务人员、患者		骨密度室楼上检查包装灭菌区	>6		
医务人员		骨密度室楼下生化流水线区	>4.5		

续表 1-3 本项目环境保护目标

辐射场所	保护目标	相对位置	与辐射源距离(m)	备注	
放射科	乳腺室	控制室操作人员	乳腺室东侧控制室	>3	职业人员
		医务人员	乳腺室西侧医生工作通道	>3	公众
		医务人员	乳腺室南侧医生工作通道	>4	
		患者	乳腺室北侧病人通道	>4	
		医务人员、患者	乳腺室楼上男女更衣室	>6	
		医务人员	乳腺室楼下去污区	>4.5	
	胃肠造影室	控制室操作人员	胃肠造影室北侧控制室	>4	职业人员
		医务人员	胃肠造影室南侧医生工作通道	>5	公众
		患者	胃肠造影室东侧泌尿造影室内	>6	
		医务人员	胃肠造影室西侧医生工作通道	>4	
		医务人员	胃肠造影室顶上急诊分析区	>6	
		保管员	胃肠造影室楼下无菌物品存放区	>4.5	
	泌尿造影室	控制室操作人员	泌尿造影室北侧控制室	>4	职业人员
		医务人员	泌尿造影室南侧医生工作通道	>5	公众
		患者	泌尿造影室东侧 CT1 室内	>7	
		医务人员	泌尿造影室西侧胃肠造影室	>6	
		医务人员	胃肠造影室顶上急诊分析区	>6	
		保管员	胃肠造影室楼下无菌物品存放区	>4.5	
	十层照片检查室	床边机操作人员	十层照片检查室内	>1	职业人员
		新生儿、陪护、医务人员	照片检查室东侧听力筛查室/眼底检查室	>3	公众
		新生儿、陪护、医务人员	照片检查室西侧第二治疗室	>3	
		陪护、医务人员	照片检查室南侧人员通道	>4	
		医务人员	照片检查室北侧是示教室/休息室	>4	
		新生儿、陪护、床边机操作人员	照片检查室楼上十一层的照片检查室	>5	
婴儿、医务人员		照片检查室楼下九层治疗室、婴儿沐浴间	>5		
十一层照片检查室	床边机操作人员	十一层照片检查室内	>1	职业人员	
	新生儿、陪护、医务人员	照片检查室东侧听力筛查室/眼底检查室	>3	公众	
	新生儿、陪护、医务人员	照片检查室西侧是第二治疗室	>3		
	陪护、医务人员	照片检查室南侧是人员通道	>4		
	医务人员	照片检查室北侧是示教室/休息室	>4		
	新生儿、陪护、床边机操作人员	照片检查室楼上十层的照片检查室	>5		
	新生儿、陪护、医务人员	照片检查室楼下十二层检查室、治疗室	>5		

续表 1-3 本项目环境保护目标

辐射场所		保护目标	相对位置	与辐射源距离 (m)	备注
体检科	X光室	控制室操作人员	X光室东侧控制室	>5	职业人员
		受检者、医生	X光室北侧等候区、口腔、外科	>3	公众
		受检者、医生	X光室西侧楼内通道、妇科、儿科	>3	
		受检者、医生	X光室南侧楼内通道、电梯	>3	
		患者	X光室楼上候诊区	>4	
		受检者、医生	X光室楼下门诊室 2、3 和人员通道物	>5	
护理部	杂交手术室	控制室操作人员	杂交手术室东侧控制室	>7	职业人员
		介入手术医务人员	杂交手术室内	>0.6	公众
		保洁人员	杂交手术室南侧污物走道	>4	
		医务人员	杂交手术室西侧洁净走道	>8	
		医务人员	杂交手术室北侧洁净走道	>5	
		医务人员、患者、陪护	杂交手术室楼下诊断室 23、24	>5	

## 2.项目概况

### 2.1 名称、地点

#### 2.1.1 项目名称

项目名称：四川大学华西第二医院锦江院区一期工程新增医用射线装置和放射源应用项目

建设单位：四川大学华西第二医院

#### 2.1.2 建设地点

建设地点：成都市锦江区三圣乡成龙路以南、银木街以东、杨树街以西、紫罗兰路以北。

### 2.2 建设内容与规模

#### 2.2.1 项目性质

建设性质：新建

#### 2.2.2 建设内容与规模

本项目位于四川大学华西第二医院锦江院区门急诊医技住院楼内，总建筑面积约 4150m<sup>2</sup>。建设内容主要包括加速器治疗室、模拟机室、后装机治疗室、介入手术室、CT 室、DR 室、胃肠机造影室、泌尿生殖系统室、骨密度测定室、乳腺摄影室、X 光室、照片检查室及其控制室等配套设施。

##### (1)肿瘤放射治疗中心（简称放疗中心）

放疗中心的辐射工作场所位于门急诊医技住院楼负一层（放疗中心平面布置见附图 4），包括新建加速器治疗室 1、加速器治疗室 2、加速器治疗室 3、后装机治疗室 1、后装机治疗室 2、CT 模拟定位室、DR 模拟定位室及其控制室等配套设施，总建筑面积约 2192m<sup>2</sup>。

**加速器治疗室 1:** 位于门急诊医技住院楼负一层，主要由加速器机房、控制室、电器机房和冷水机房组成。加速器机房使用面积约 65m<sup>2</sup>，机房内拟安置 1 台 6MV 医用电子直线加速器，属 II 类射线装置，用于肿瘤放射治疗。

**加速器治疗室 2:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由加速器机房、控制室、电器机房和冷水机房组成。加速器机房使用面积约 62m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 台 10MV 医用电子直线加速器, 属 II 类射线装置, 用于肿瘤放射治疗。

**加速器治疗室 3:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由加速器机房、控制室、电器机房和冷水机房组成。加速器机房使用面积约 64m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 台 10MV 医用电子直线加速器, 属 II 类射线装置, 用于肿瘤放射治疗。

**后装机治疗室 1:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由后装机机房、控制室和准备室组成。后装机机房使用面积约 24.5m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 台后装治疗机, 使用一枚铯-137 放射源, 设计装源活度 3.7×10<sup>11</sup>Bq(10Ci), 属 III 类放射源, 用于妇科肿瘤治疗。

**后装机治疗室 2:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由后装机机房、控制室和准备室组成。后装机机房使用面积约 24.5m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 台后装治疗机, 使用一枚铯-137 放射源, 设计装源活度 3.7×10<sup>11</sup>Bq(10Ci), 属 III 类放射源, 用于妇科肿瘤治疗。

**CT 模拟定位室:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由 CT 模拟定位机房及其控制室组成。机房使用面积约 40m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 台计算机 X 线断层扫描 (computed tomography, CT) 大孔径定位机 (额定参数: 140kV、1250mA), 属 III 类射线装置, 用于放射治疗模拟定位。

**DR 模拟定位室:** 位于门急诊医技住院楼负一层, 主要由 DR 模拟定位机房及其控制室组成。机房使用面积约 34m<sup>2</sup>, 机房内拟安置 1 套数字 X 线摄影 (digital radiography, DR) 系统 (额定参数: 150kV、1250mA), 属 III 类射线装置, 用于放射治疗模拟定位。

## (2)放射科

放射科的辐射工作场所位于门急诊医技住院楼一层 (成龙路入口层



的平面布置见附图 12-1) 和十层、十一层。门急诊医技住院楼一层包括新建介入手术室、CT 室、DR 室、胃肠造影室、泌尿生殖系统室、骨密度测定室、乳腺摄影室及其控制室等配套设施, 总建筑面积约 1787m<sup>2</sup>。

**介入手术室 1:** 位于门急诊医技住院楼一层, 由介入手术室 1、污物暂存间、设备间组成。与介入手术 2 共用区域有控制室、医生更衣间、刷手间、医生准备间和缓冲区。介入手术室 1 使用面积为 45.5m<sup>2</sup>, 拟安置 1 套(单板)数字减影血管造影(Digital Subtraction Angiography, DSA)系统(额定参数: 150kV、1250mA), 属 II 类射线装置。运用数字减影血管造影技术开展妇女、儿童的心、脑、全身血管造影检查和介入治疗。

**介入手术室 2:** 位于门急诊医技住院楼一层, 由介入手术室 2、污物暂存间、设备间组成。介入手术室 2 使用面积为 51.5m<sup>2</sup>, 拟安置 1 套(单板) DSA 系统(额定参数: 150kV、1250mA), 属 II 类射线装置。运用数字减影血管造影技术开展妇女、儿童的心、脑、全身血管造影检查和介入治疗。

**CT 室 1:** 位于门急诊医技住院楼一层, 由 CT 机房及其控制室组成。CT 机房使用面积约为 32m<sup>2</sup>, 拟安置 1 台计算机 X 线断层扫描(computed tomography, CT)机(额定参数: 140kV、1250mA), 属 III 类射线装置, 采用 CT 检查技术对被检者组织器官进行诊断。

**CT 室 2:** 位于门急诊医技住院楼一层, 由 CT 机房及其控制室组成。CT 机房使用面积约为 35m<sup>2</sup>, 拟安置 1 台计算机 X 线断层扫描(computed tomography, CT)机(额定参数: 140kV、1250mA), 属 III 类射线装置, 采用 CT 检查技术对被检者组织器官进行诊断。

**DR 室 1:** 位于门急诊医技住院楼一层, 由 DR 机房及其控制室和准备间组成。DR 机房的使用面积约为 22 m<sup>2</sup>, 拟安置 1 套数字 X 线摄影(digital radiography, DR)系统(额定参数: 150kV、1250mA), 属 III 类射线装置, 采用数字 X 线检查技术对被检者组织器官进行摄影检查。

**DR 室 2:** 位于门急诊医技住院楼一层，由 DR 机房及其控制室和准备间组成（与 DR 室 1 共用控制室和准备间）。DR 机房的使用面积约为 22 m<sup>2</sup>，拟安置 1 套数字 X 线摄影（digital radiography,DR）系统（额定参数：150kV、1250mA），属Ⅲ类射线装置，采用数字 X 线检查技术对被检者组织器官进行摄影检查。

**DR 室 3:** 位于门急诊医技住院楼一层，由 DR 机房及其控制室和准备间组成。DR 机房的使用面积约为 22m<sup>2</sup>，拟安置 1 套数字 X 线摄影（digital radiography,DR）系统（额定参数：150kV、1250mA），属Ⅲ类射线装置，采用数字 X 线检查技术对被检者组织器官进行摄影检查。

**DR 室 4:** 位于门急诊医技住院楼一层，由 DR 机房及其控制室和准备间组成（与 DR 室 3 共用控制室和准备间）。DR 机房的使用面积约为 22 m<sup>2</sup>，拟安置 1 套数字 X 线摄影（digital radiography,DR）系统（额定参数：150kV、1250mA），属Ⅲ类射线装置，采用数字 X 线检查技术对被检者组织器官进行摄影检查。

**胃肠造影室:** 位于门急诊医技住院楼一层，由胃肠造影机房及其控制室组成。该机房使用面积约为 30m<sup>2</sup>，拟安置 1 台数字化胃肠造影机（额定参数：150kV、1000mA），属Ⅲ类射线装置（医生不在透视条件下为患者注射造影剂），利用 X 线造影检查方法对患者胃肠道进行造影检查。

**泌尿生殖系统造影室:** 位于门急诊医技住院楼一层，由泌尿生殖系统造影机机房及其控制室组成。该机房使用面积约为 21m<sup>2</sup>，拟安置 1 台数字化泌尿生殖系统造影机（额定参数：150kV、1000mA），属Ⅲ类射线装置（医生不在透视条件下为患者注射造影剂），利用 X 线造影检查方法对患者泌尿生殖系统的组织器官进行造影检查。

**骨密度测定室:** 位于门急诊医技住院楼一层，由骨密度测定仪机房及其控制室组成。该机房使用面积约为 15m<sup>2</sup>，拟安置 1 台骨密度测定仪（额定参数：100kV、3mA），属Ⅲ类射线装置，采用 X 线检查方法对被

检者骨密度进行测定。

**乳腺摄影室：**位于门急诊医技住院楼一层，由乳腺机机房及其控制室组成。该机房使用面积约为 15m<sup>2</sup>，拟安置 1 台数字化乳腺摄影机（额定参数：39kV、150mA），属Ⅲ类射线装置，是利用软 X 线摄影方法对受检者乳腺进行影象诊断。

**新生儿科/NICU 病房照片检查室：**位于第一住院楼十层，照片检查室的建筑面积约为 12m<sup>2</sup>，拟用 1 台移动式医用诊断 X 射线机（简称床边机）（额定参数：125kV、160A），属Ⅲ类射线装置，用于第一住院楼十层新生儿的 X 射线影像诊断。该台床边机在照片检查室**固定**使用，不在新生儿/NICU 病房**移动**使用。

**新生儿病房照片检查室：**位于第一住院楼十一层，照片检查室的建筑面积约为 11m<sup>2</sup>，拟用 1 台移动式医用诊断 X 射线机（简称床边机）（额定参数：125kV、160mA），属Ⅲ类射线装置，用于第一住院楼十一层新生儿的 X 射线影像诊断。该台床边机在照片检查室**固定**使用，不在新生儿病房**移动**使用。

### (3)体检科

**X 光室：**体检科管理使用的 X 光室位于门急诊医技住院楼三层，由 DR 机房、控制室和准备间组成，总建筑面积约 38m<sup>2</sup>。DR 机房使用面积约为 23m<sup>2</sup>，拟安置 1 套数字 X 线摄影（digital radiography,DR）系统（额定参数：150kV、1250mA），属Ⅲ类射线装置，采用数字 X 线检查技术对体检人员组织器官进行摄影检查。

### (4)护理部

**杂交手术室：**护理部管理使用的杂交手术室位于门急诊医技住院楼五层，由杂交手术室、控制室、手术仪器暂存间、设备间和缓冲区组成，总建筑面积约 133 m<sup>2</sup>。杂交手术室使用面积约为 86m<sup>2</sup>，拟安置 1 套（单板）DSA 系统（额定参数：150kV、1250mA），属Ⅱ类射线装置。运用

数字减影血管造影技术开展妇女、儿童开展心、脑、全身血管造影检查和介入治疗。

(5)项目组成内容及可能产生的环境问题

项目组成：主要由 23 个辐射工作场所及其配套设施等组成。

项目主要建设内容、规模及可能产生的环境问题见表 1-4。

表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程 放疗中心 门诊 医技 住院 楼宇 负一层	<p><b>加速器治疗室 1</b></p> <p>1.机房使用面积约65m<sup>2</sup>，净高4m；</p> <p>2.机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。主屏蔽区墙厚 2.4m（与后装机治疗室 1 共用墙体）、2.5m（与加速器治疗室 2 共用墙体）、宽 4.2m；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区西墙厚 1.45m（与后装机治疗室 1 共用墙体）、与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区东墙厚 1.55m（与后装机治疗室 1 共用墙体）、与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚 1.60m（与加速器治疗室 2 共用墙体）；侧屏蔽墙厚 1.50m；L 型迷路，迷路内墙最窄厚 1.050m、最宽厚 1.35 m，迷路外墙最窄厚 1.000m、最宽厚 1.300m；主屏蔽顶厚 3.2m、宽 4.2m；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚 2.2m。</p> <p>3.防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由16mm铅当量的铅皮等材料构成。</p> <p>4.安置设备：拟安置1台6MV医用电子直线加速器，属 II 类射线装置。</p> <p>5.控制室 1：面积约 22m<sup>2</sup>；电气用房 1：面积约 10 m<sup>2</sup>；辅助用房 1：面积约 10 水冷机房 1：面积约 9。</p>	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X 射线 中子 感生放射性 臭氧 噪声 生活污水 生活垃圾
	<p><b>加速器治疗室 2</b></p> <p>1.机房使用面积约 62m<sup>2</sup>，净高 4m；</p> <p>2.机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。主屏蔽区墙厚 2.5m、宽 4.2m；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚 1.60m；侧屏蔽墙厚 1.60m；L 型迷路，迷路内墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35 m，迷路外墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35m；主屏蔽顶厚 3.2m、宽 4.2m；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚 2.2m。</p> <p>3.防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由 14cm 厚的中子防护材料和 16mm 铅当量的铅皮等材料构成。</p> <p>4.安置设备：拟安置 1 台 10MV 医用电子直线加速器，属 II 类射线装置。</p> <p>5.控制室 2：面积约 21m<sup>2</sup>；电气用房 2：面积约 10m<sup>2</sup>；辅助用房 2：面积约 10m<sup>2</sup>；水冷机房 2：面积约 14m<sup>2</sup>（与水冷机房 3 共用）。</p>		

续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	<b>放疗中心</b> <b>加速器治疗室 3</b> 1.机房使用面积约 64m <sup>2</sup> ，净高 4m； 2.机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土。主屏蔽区墙厚 2.5m（与加速器治疗室 2 共用墙体）、2.55m（南侧）、宽 4.2m；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚 1.60m；侧屏蔽墙厚 1.60m；L 型迷路，迷路内墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35 m，迷路外墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35m；主屏蔽顶厚 3.2m、宽 4.2m；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚 2.2m。 3.防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由 14cm 厚的中子防护材料和 16mm 铅当量的铅皮等材料构成。 4.安置设备：拟安置 1 台 10MV 医用电子直线加速器，属 II 类射线装置。 5.控制室 3：面积约 26m <sup>2</sup> ；电气用房 3：面积约 9m <sup>2</sup> 。	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X射线 中子 感生放射 性 臭 氧 噪 声 生活污水 生活垃圾
	<b>门急诊医技住院楼负一层</b> <b>后装机治疗室 1</b> 1.机房使用面积：24.5m <sup>2</sup> ，净高 4.45m。 2.机房墙体、顶部和地板的建筑材料均为钢筋混凝土。与加速器治疗室 1 共用墙体厚 1.45m；侧屏蔽墙厚 800mm；直迷路，迷路内墙、外墙厚均为 800mm。顶部厚为 1000mm。 3.防护门：防护厚度为 5mm 铅当量。 4.安置设备：室内拟安置 1 台后装机治疗机，该机配备铯-192 放射源一枚，装源活度 3.7×10 <sup>11</sup> Bq（10Ci），属 III 类放射源。 5.控制室：面积约 22m <sup>2</sup> ，与后装机治疗室 2 共用 1 个控制室。	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	γ射线 废旧源 臭 氧 噪 声 生活污水 生活垃圾
	<b>后装机治疗室 2</b> 1.机房使用面积：24.5m <sup>2</sup> ，净高4.45m。 2.机房墙体、顶部和地板的建筑材料均为钢筋混凝土。侧屏蔽墙厚均为800mm；直迷路，迷路内墙、外墙厚均为800mm。顶部厚为1000mm。 3.防护门：防护厚度为5mm铅当量。 4.安置设备：室内拟安置1台后装机治疗机，该机配备铯-192放射源一枚，装源活度3.7×10 <sup>11</sup> Bq（10Ci），属III类放射源。		

续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	<b>放疗中心</b> CT 模拟定位室 1. 机房使用面积约 40m <sup>2</sup> ，净高 5.4m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部钢筋混凝土厚 180mm、地板钢筋混凝土厚 400mm。 3. 防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4. 铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5. 安置设备：拟安置 1 台大孔径 CT 模拟定位机（额定参数：140kV、1250mA），属 III 类射线装置。 6. 控制室面积约 22m <sup>2</sup> 、库房面积约 11m <sup>2</sup> ，与 DR 模拟定位室共用控制室和库房。	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X射线 臭氧 噪声 生活污水 生活垃圾
	<b>门急诊医技住院楼负一层</b> DR 模拟定位室 1. 机房使用面积约 35m <sup>2</sup> ，净高 5.4m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部钢筋混凝土厚 180mm、地板钢筋混凝土厚 400mm。 3. 防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4. 铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5. 安置设备：拟安置 1 台 DR 模拟定位机（额定参数：150kV、1250mA），属 III 类射线装置。		
	<b>放射科</b> 介入手术室 1(DSA1) 1. 介入手术室使用面积：45.5m <sup>2</sup> ，净高为 5.45m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。 3. 防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4. 铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5. 安置设备：介入手术室 1 安置 1 套（单板）DSA 系统（额定参数：150kV、1250mA），属 II 类射线装置。 6. 控制室：面积约 23m <sup>2</sup> ，与介入手术室 2 共用 1 个控制室。		
	<b>门急诊医技住院楼一层</b> 介入手术室 2(DSA2) 1. 介入手术室使用面积：51.5m <sup>2</sup> ，净高为 5.45m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。 3. 防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4. 铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5. 安置设备：介入手术室 1 安置 1 套（单板）DSA 系统（额定参数：150kV、1250mA），属 II 类射线装置。		

续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
放射科 急诊 医技 住院楼 一层	<p>CT室1</p> <p>1.机房使用面积约32m<sup>2</sup>，净高5.1 m。</p> <p>2.机房四面实心砖墙厚度均为370mm（密度1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚200mm，地板混凝土厚200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为3mm铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为3mm铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置1台CT机（额定参数：140kV、1250mA），属III类射线装置。</p> <p>6.控制室面积：约15m<sup>2</sup>。</p>	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X射线 臭氧 噪声 生活污水 生活垃圾
	<p>CT室2</p> <p>1.机房使用面积约35m<sup>2</sup>，净高5.1m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为3mm铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为3mm铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置1台CT机（额定参数：140kV、1250mA），属III类射线装置。</p> <p>6.控制室面积：约11m<sup>2</sup>。</p>		
	<p>DR 室 1、DR 室 2：</p> <p>1.机房：使用面积均约 22m<sup>2</sup>，净高 5.1m。</p> <p>2.机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：各机房内拟安置 1 套 DR 系统(额定参数：150kV、1250mA)，属III类射线装置。</p> <p>6.控制室面积：2 台 DR 共用 1 个控制室，面积约 10m<sup>2</sup>。</p> <p>7.准备间面积：共用准备间面积约 7m<sup>2</sup>。</p>		
	<p>DR 室 3、DR 室 4：</p> <p>1. DR 室 3 机房使用面积约 22m<sup>2</sup>、DR 室 4 机房使用面积约 22m<sup>2</sup>，净高均为 5.1m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：各机房内拟安置 1 套 DR 系统(额定参数：150kV、1250mA)，属III类射线装置。</p> <p>6.控制室面积：2 台 DR 共用 1 个控制室，面积约 10m<sup>2</sup>。</p> <p>7.准备间面积：共用准备间面积约 7m<sup>2</sup>。</p>		



续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程 放射科 门诊 急诊 医技 住院楼 一层	<p><b>胃肠造影室：</b></p> <p>1. 机房：使用面积约 30m<sup>2</sup>，净高为 5.1m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置 1 台数字化胃肠造影机（额定参数：150kV、1000mA），属Ⅲ类射线装置。</p> <p>6.控制室：面积约 12m<sup>2</sup>。</p>	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X射线 臭氧 噪声 生活污水 生活垃圾
	<p><b>泌尿生殖系统造影室：</b></p> <p>1. 机房：使用面积约 21.5m<sup>2</sup>，净高为 5.1m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置 1 台数字化泌尿生殖系统造影机（额定参数：150kV、1000mA），属Ⅲ类射线装置。</p> <p>6.控制室：面积约 10m<sup>2</sup>。</p>		
	<p><b>骨密度测定室：</b></p> <p>1. 机房：使用面积约 15m<sup>2</sup>，净高为 5.1m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 2mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 2mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置 1 台骨密度测定仪（额定参数：100kV、3mA），属Ⅲ类射线装置。</p> <p>6.控制室：面积约 5m<sup>2</sup>。</p>		
	<p><b>乳腺摄影室：</b></p> <p>1. 机房：使用面积约 15m<sup>2</sup>，净高为 5.45m。</p> <p>2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m<sup>3</sup>），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。</p> <p>3.防护门：防护厚度为 2mm 铅当量。</p> <p>4.铅玻璃窗：防护厚度为 2mm 铅当量。</p> <p>5.安置设备：机房内拟安置 1 台骨数字化乳腺摄影机（额定参数：39kV、150mA），属Ⅲ类射线装置。</p> <p>6.控制室：面积约 5m<sup>2</sup>。</p>		

续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	<b>放射科</b> 十层照片检查室： 1.照片检查室：面积约 12m <sup>2</sup> ，净高为 4.3m。 2.机房四面实心砖墙厚度均为 200mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。 3.防护门：防护厚度为 2mm 铅当量 4.拟用 1 台移动式医用诊断 X 射线机（额定参数：125kV、160mA），属 III 类射线装置。	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	X射线 臭 氧 噪 声 生活污水 生活垃圾
	<b>门急诊医技住院楼</b> 十一层照片检查室： 1.照片检查室使用：面积约 11m <sup>2</sup> ，净高为 4.3m。 2.机房四面实心砖墙厚度均为 200mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。 3.防护门：防护厚度为 2mm 铅当量 4.拟用 1 台移动式医用诊断 X 射线机（额定参数：125kV、160mA），属 III 类射线装置。		
	<b>体检科</b> 三层 X 光室： 1. 机房：使用面积约 23m <sup>2</sup> ，净高为 4.25m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 200mm，地板混凝土厚 200mm。 3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5.安置设备：机房内拟安置 1 套系统（额定参数：150kV、1250mA），属 III 类射线装置。 6.控制室：面积约 10m <sup>2</sup> 7.准备间：面积约 5m <sup>2</sup>		
<b>护理部</b> 五层杂交手术室： 1. 机房：使用面积约 86m <sup>2</sup> ，净高为 5.5m。 2. 机房四面实心砖墙厚度均为 370mm（密度 1.9t/m <sup>3</sup> ），顶部混凝土厚 300mm，地板混凝土厚 300mm。 3.防护门：防护厚度为 3mm 铅当量。 4.铅玻璃窗：防护厚度为 3mm 铅当量。 5.安置设备：机房内拟安置 1 套 DSA 系统（额定数：150kV、1250mA），属 II 类射线装置。 6.控制室：面积约 19m <sup>2</sup> 。 7.手术仪器暂存间：面积约 14m <sup>2</sup> 。 8.设备间：面积约 14m <sup>2</sup> 。9.缓冲区：面积约 6m <sup>2</sup> 。			

续表 1-4 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
辅助工程	与各辐射工作场所配套建设的控制室； 加速器的水冷机房、电气用房、辅助用房； 介入手术室1、2的污物暂存间、设备间、医生更衣间、刷手间、医生准备间和缓冲区； 杂交手术室的手术仪器暂存间、.设备间、缓冲区； ； 受检人员的准备间；	扬尘 噪声 废水 建筑垃圾 生活污水 生活垃圾	臭 氧 噪 声 生活污水 生活垃圾
环保设施	医疗废水：依托院区新建的地理式污水站进行处理，设计日处量1200m <sup>3</sup> /d。 医疗废物：依托位于-1F的医疗废物暂存间暂存。 生活垃圾：依托位于-1F的生活垃圾暂存间暂存。	/	/
公用工程	依托医院给水、供电、供冷、供暖、食堂等配套设施。	/	/
办公生活设施	医生办公室、候诊区、医生值班室、图像后处理间、抢救室、技师物理办公室等。	/	/

### 2.3 射线装置与含源设备

本次环评新增 21 台射线装置，其中 II 类射线装置 6 台/套、III 类射线装置 15 台/套；新增后装治疗机 2 台，拟装铯-137 放射源二枚，二枚源活度均为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$  (10Ci)，属 III 类放射源。相关情况见表 1-5。

表 1-5 本次环评新增射线装置与含源设备一览表

地址涉源部门	名称	规格型号	主要参数	厂家/产地	数量	管理类别	
门急诊医技住院楼负一层	放疗中心	6MV 医用电子直线加速器	/	X射线能量6MV 电子线能量 15MeV	未定	1台	II类
		10MV 医用电子直线加速器	/	X射线能量10MV 电子线能量 15MeV	未定	2台	II类
		计算机 X 线断层扫描 (CT) 大孔径定位机	/	140kV、1250mA	未定	1台	III类
		DR 模拟定位机	/	150kV、1250mA	未定	1套	III类
		铯-192后装机	/	$3.7 \times 10^{11}$ Bq (10Ci)	未定	2台	III类
门急诊医技住院楼一层和十层、十一层	放射科	(单板) 数字减影血管造影系统	/	150kV、1250mA	未定	2套	II类
		计算机 X 线断层扫描 (CT) 机	/	140kV、1250mA	未定	2台	III类
		数字X线摄影 (DR) 系统	/	150kV、1250mA	未定	4套	III类
		数字化胃肠造影机	/	150kV、1000mA	未定	1台	III类
		数字化泌尿生殖系统造影机	/	150kV、1000mA	未定	1台	III类
		骨密度测定仪	/	100kV、3mA	未定	1台	III类
		数字化乳腺摄影机	/	39kV、150mA	未定	1台	III类
		移动式医用诊断X射线机	/	125kV、160mA	未定	2台	III类
门急诊医技住院楼三层	体检科	数字X线摄影 (DR) 系统	/	150kV、1250mA	未定	1套	III类
门急诊医技住院楼五层	杂交手术室	(单板) 数字减影血管造影系统	/	150kV、1250mA	未定	1套	II类

## 2.4 工作制度与人员配置

工作制度：年工作日 365 天，实行 24 小时三班制。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员43人，其中，一部分成员将从人民南路院区现有辐射工作人员中调配过来、另一部分成员为新增。

放疗中心：配辐射工作人员8人，其中，医师2人，物理师2人，技师4人；

放射科：配辐射工作人员20人；

体检科：配辐射工作人员5人；

杂交手术室：配辐射工作人员10人。

待工作开展之后，院方根据各岗位实际人员需求情况以及工作量的大小，将新增多名辐射工作人员。

## 3.项目周围环境状况

### 3.1 项目地理位置

成都市锦江区地处成都市城区东南部，位于东经 104°04′、北纬 30°40′，是成都市的中心城区之一。

本项目位于成都市锦江区三圣乡成龙路以南、银木街以东、杨树街以西、紫罗兰路以北。项目地理位置见附图1。

### 3.2 外环境状况

#### 3.2.1 锦江院区外环境关系

四川大学华西第二医院锦江院区规划范围东至杨树街，南到紫罗兰路，北与成龙路相接，西到银木街。一期工程用地面积 63961.45m<sup>2</sup>，总建筑面积 154596 m<sup>2</sup>。基地地势东北高，西南低，整个院区的南部和北部有 5m 左右的高差。

锦江院区北面隔 30m 绿化带为成龙路，对面 100m 为成都七中育才学校三圣分校，约 200m 远为吉祥佳苑（6 栋，32F），约 130m 为空地（规划的居住用地）；东面紧邻杨树街，对面为在建的居民楼；南面紧邻规划

的紫罗兰路，南面约 250m 范围内的居民已经实施了拆迁，约 50m 尚有 两户预留居民（2F）；西面紧邻成都市三圣小学和环保部西南督查中心， 约 170m 远处有 5 户居民（2F）。

锦江院区总平面布置及外环境关系图-附图2。

### 3.2.2 门急诊医技住院楼外环境关系

从锦江院区总平面布置及外环境关系图-附图 2 可见，该楼东北是院 区道路，路外侧是成龙路绿化带；东南侧院区边界以内有消防车回车场 地、一期物管用房、无障碍电梯、地下车库出入口以及门急诊医技住院 楼的 2 个次出入口、肠道门诊入口、发热门诊入口和急诊中心入口，院 区边界以外是绿化带和杨树街；西南侧院内有住院部停车场、急救车停 车场、地下车库出入口、门卫室、氧站、污水处理池，院区界外是紫罗 兰路；西北侧是院区二期用地、锅炉房、地面非机动停车点、行政内部 停车场。

### 3.2.3 放疗中心外环境关系

从门急诊医技住院楼地下一层平面图-附图 3、附图 4 可见，放疗中 心位于门急诊医技住院楼负一层的东北方向，是一个独立的区域。其四 周均为停车位，东北面与停车位之间有多部电梯；楼上（放疗中心在紫 罗兰入口层辅助用房-附图 5）即加速器机房、后装机机房的上面是封闭 不可用空间，空间之上是门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层）的露 天天井、诊室 1~11、病患二次候诊；楼下无建筑。

### 3.2.4 放射科外环境关系

从门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层）平面布局-附图 6 可见， 放射科位于一层的西侧，其东北面楼外有院区车道、地下车库出入口， 楼内有楼梯、工作电梯和 1#露天天井；西北面楼外有绿化带、院区车道、 消防水池，地面非机动车停车点；西南侧是第一住院大楼，之间隔有绿 化带、院区车道；东南面是该层楼内的空调机房、员工休息室、审方区、

提药区、配液中心；其顶层（二层-附图 7）有学习区、会议区、生化流水线区、阅片区、急诊分析区；楼下（紫罗兰路入口层）有去污区、检查包装灭菌区、无菌物品存放区、一次性物品存放区。

### 3.2.5 体检科外环境关系

体检科靠近门急诊医技住院楼三层的北部角落，从门急诊医技住院楼三层体检科X光室平面布置及外环境关系图-附图8可见，X光室的东北面是等候区、人员通道、外科、口腔科和耳鼻喉眼科；西北面是是等候区、人员通道、儿科、妇科和B超诊断室；西南面是多部电梯、东南面是心电图室、咨询登记室和护士站；楼上是候诊区；楼下（二层）是门诊室2、3和人员通道物。

### 3.2.6 杂交手术室外环境关系

杂交手术室位于该层的南侧，从门急诊医技住院楼五层杂交手术室平面布置及外环境关系图-附图9可见，杂交手术室的东北面是洁净走廊、设备间、手术仪器暂存室和缓冲区；西南面是住院手术区和护士站；污物走廊、储血室、资料室、标本样库（试剂洞库）；东南面是控制室；楼上为该楼的顶层，无建筑物；楼下（四层）是诊断室23、诊断室24和公共走道。

### 3.2.7 十层照片检查室、十一层照片检查室外环境关系

从门急诊医技住院楼十层平面图-附图10-1可见，十层照片检查室位于该楼层的东侧，该层主要是新生儿科/NICU病房及其配套功能用房。该照片检查室的相邻关系：东侧是听力筛查室/眼底检查、西侧是第二治疗室、南侧是人员通道、北侧是示教室/休息室、楼上是十一层的照片检查室、楼下九层是婴儿沐浴间和治疗室。

从门急诊医技住院楼十一层平面图-附图10-2可见，十一层照片检查室位于该楼层的东侧，该层主要是新生儿科病房及其配套功能用房。该照片检查室的相邻关系：东侧是听力筛查室/眼底检查、西侧是第二治疗

室、南侧是人员通道、北侧是示教室/休息室、楼上是十层的照片检查室、楼下是十二层的检查室和治疗室。

#### 4.项目选址和平面布局的合理性

##### 4.1 项目选址的合理性分析

本项目辐射工作场所位于拟建门急诊医技住院楼内，该楼建设符合医院总体规划。

为保证辐射场所外环境的辐射安全，放疗中心的辐射工作场所及其配套功能场所均集中设在地下一层，是一个独立、可控制的区域。其周围地下停车场位的人员流动较少。

放射科的辐射工作场所及其配套功能场所均设在门急诊医技住院楼一层的西侧，是一个独立、可控制的区域。即方便就诊人员，又能限制非此区域就诊人员的流动。门急诊医技住院楼十层照片室、十一层照片检查室均是在考虑新生儿就诊方便的情况下设在其所在楼层的东侧，且远离新生儿科病房。

体检科X光室是根据该层就诊人员的检查需要而设在门急诊医技住院楼三层的北部角落；杂交手术室是根据手术需要及手术方便而设在门急诊医技住院楼五层。杂交手术室位于该层的南侧。

本项目各辐射场所的位置确定之后，又根据辐射源能量的大小设计了有效防护的屏蔽墙、门、窗、地板和顶板，以期达到保障环境安全的目的。

本项目各辐射场所位置的设置，在保障辐射安全的条件下，从便于医院在辐射防护和安全管理、便于病人就诊和治疗、医务人员工作联系的角度而言，项目的选址是合理可行的。

##### 4.2 项目平面与空间布局合理性分析

###### **放疗中心：**

放疗中心所有房间的设置是根据医院的规模而确定，其建筑布局构



成一个独立体系。

从放疗中心在地下一层平面布局可见，放疗中心**平面布局**包括加速器治疗室、后装机治疗室、X 射线模拟定位机房、控制室、抢救室、熔铅室、制模室、放疗候诊区、诊室、技师和物理师办公室、预约和建档室和挂号收费处、放疗中心空调机房、卫生间等。放疗中心所有辐射工作场所均集中布局在地下一层的同一侧，且与其配套功能房间分开设置。其他房间集中布局在辐射场所的另一侧，并与辐射场所设有一定距离。

从放疗中心在紫罗兰入口层辅助用房平面布局可见，放疗中心**空间布局**包括加速器治疗室、后装机治疗室顶部为封闭不可用空间，控制室顶上是水冷机房、辅助用房、电器用房、网络服务器室，其余用房顶上是新风机房、女更衣室、主任办公室、教授办公室、示教室、护士办公室、女值班室、杂物间。

总体来看，放疗中心辐射工作场所集中布设，与所有配套功能区全部分开并设有一定距离。从便于分区划分、便于辐射管理及满足安全诊疗的角度来看，放疗中心辐射场所的平面和空间布置是合理的。

### **放射科：**

放射科所有房间的设置是根据医院的规模而确定，其建筑布局构成一个独立体系。

从放射科射线装置机房平面布置可见，放射科**平面布局**包括 DSA 机房及其控制室等配套功能用房、DR 机房、CT 机房、胃肠造影机房等及配套控制室、主诊断室、教授室、远程诊断室、主任办公室、医生办公室、技师长办公室、技师值班室、医师值班室、图像后处理间、员工休息室、病患候诊区、空调机房、卫生间等。从平面布局可见，放射科辐射工作场所集中布设在中间的位置，与所有配套功能区全部分开并设有一定距离。总之，从便于分区划分、便于辐射管理及满足安全诊疗的角度来看，放射科辐射场所的平面布置是合理的。

### 体检科:

从门急诊医技住院楼三层体检科 X 光室平面可见, **体检科 X 光室平面布局**包括 X 光室、控制室和准备室。X 光室与控制室和准备室之间均设有独立的进出入口, 进出入口均设有屏蔽防护门。X 光室与其周围房间间隔一定距离。从方便病人就诊、便于分区划分和辐射管理的角度来看, 体检科 X 光室的平面布置是合理的。

### 杂交手术室:

从门急诊医技住院楼五层杂交手术室平面可见, **杂交手术室平面布局**包括杂交手术室 (DSA 机房)、设备间和手术仪器暂存间。杂交手术室的进出入口均设有屏蔽防护门, 并与其周围房间间隔一定距离。从方便病人就诊、便于分区划分和辐射管理的角度来看, 体检科 X 光室的平面布置是合理的。从方便病人就诊、便于分区划分和辐射管理的角度来看, 体杂交手术室的平面布置是合理的。

总之, 从便于分区划分、便于辐射管理及满足安全诊疗的角度来看, 本项目辐射场所的布置是合理的。

## 5. 辐射环境现状

为掌握项目所在地的辐射环境现状, 成都中福环境监测测控技术有限公司监测人员于 2015 年 6 月 9 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测, 监测报告见 **附件-4**。

### 5.1 环境 $\gamma$ 辐射水平、中子

#### (1) 监测规范

《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)

《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)

#### (2) 监测点布设

监测点位描述见表 **1-7**, 监测布点见监测报告 **附图 1**。

#### (3) 监测因子

x-γ空气吸收剂量率、中子注量率。

#### (4)监测仪器

辐射监测仪器的有关参数列入表1-6中。

表 1-6 监测仪器有关参数

仪器名称	检定单位	有效日期	测量范围	能响范围	不确定度
加压电离室 巡测仪	中国测试技术 研究院	2016年 7月27日	0.01μSv/h~50 mSv/h	20keV~2MeV	6.3% (K=2)
中子剂量 当量率仪	国防科技工业 电离辐射一级 计量站	2016年 5月10日	0.01μSv/h~10 mSv/h	0.025eV~15MeV	12% (K=2)

#### (5)监测结果

项目所在地环境中X-γ辐射空气吸收剂量率和中子剂量当量率的监测结果见表1-7、表1-8。

表 1-7 项目所在地环境中 X-γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	监测位置	辐射剂量率 (μSv·h <sup>-1</sup> )		备注
		平均值	标准差	
1	门急诊医技住院楼主入口	0.09	0.02	水泥地面
2	院区右侧	0.09	0.03	天然土壤
3	门急诊医技住院楼南侧	0.15	0.03	
4	放射科位置	0.10	0.03	
5	门诊主入口	0.06	0.02	
6	放疗中心位置	0.14	0.02	

表 1-8 项目所在地环境中子剂量率监测结果

监测点位	监测位置	剂量当量率 ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ )		备注
		中子	标准差	
1	门急诊医技住院楼主入口	≤LLD	/	LLD为0.01 $\mu\text{Sv/h}$
2	院区右侧	≤LLD	/	
3	门急诊医技住院楼南侧	≤LLD	/	
4	放射科位置	≤LLD	/	
5	门诊主入口	≤LLD	/	
6	放疗中心位置	≤LLD	/	

## 5.2 项目所在地天然辐射水平参考值

项目所在地天然辐射水平参考成都市地区天然贯穿辐射本底水平。根据《四川省环境天然放射性水平调查研究报告》(四川省环境保护科研监测所, 1989.06), 表 1-9 给出了成都市地区的天然辐射水平。

表 1-9 成都市地区天然本地辐射水平

监测场所	$\gamma$ 辐射剂量率范围 ( $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ )
室内	7.40~15.81
室外	7.32~11.74

## 5.3 辐射环境质量现状评价

### (1) 辐射剂量率

由表 1-7 中的数据可见, 项目所在区域环境中的 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值在  $0.06\mu\text{Sv/h} \sim 0.15\mu\text{Sv/h}$  之间。

对比表 1-9 中数据可看出, 本项目所在地辐射环境现状水平与四川省成都地区正常天然本底辐射水平基本一致, 说明项目所在地辐射环境本底属于正常水平。

### (2) 中子剂量当量率

由表 1-8 中的数据可见, 项目所在地中子剂量当量率低于中子剂量当量率仪的检查下限  $0.01\mu\text{Sv/h}$ 。

表 2 放射性同位素及密封源

核素名称	放射性活度 (Bq/a)	物理、化学性状	日等效操作量 (Bq)	年等效操作量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
铯-137 密封源	2枚铯-137源，活度均为 $3.7 \times 10^{11}$ Bq。	物理性能： 密度 $22.56 \text{g/cm}^3$ ， 熔点 $2854^\circ\text{C}$ 。 化学性质： 很稳定、耐腐蚀。 性状：固体金属。	/	/	隔室操作	贮存方式： 贮存在贮源器内。 贮存地点： 铯-137 后装机治疗室。

注：1. 密封源要注明并说明源强 (Bq)；栏 2 中放射性活度是指核素年使用量 (Bq/a)。

2. 密封源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

3. 等效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》(GB18871-2002)。

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
无	/	/	/	/	/

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. 含有放射性的废弃物要注明，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 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						
名称型号	生产厂家	加速粒子	能量 (MeV)	流强 ( $\mu\text{A}$ )	用途	备注
6MV医用 电子直线加速器	待定	电子	X射线能量6MV	5	肿瘤放射治疗	1台
			电子线能量 15MeV	5		
10MV医用 电子直线加速器	待定	电子	X射线能量10MV		肿瘤放射治疗	2台
			电子线能量 15MeV			
废物类型	数量	总活度 (Bq)		主要感生放射性核素		废物去向
废靶	3 个/5-10 年	/		/		/
放射性 废物产生量	态 / $\text{m}^3$	/		$^{13}\text{N}$		大气环境
	态 / $\text{m}^3$	/		/		/
	态 / $\text{m}^3$	/		/		/
(二) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源						
型号	生产厂家	电压 (kV)	靶流 ( $\mu\text{A}$ )	中子强度 (n/s)	用途	备注
/	/	/	/	/	/	/
氚靶情况 (含废弃的)						
活度 (Bq)	保管方式	备注	数量	总活度 (Bq)	放射性核素	废物去向
/	/	/	气	$\text{m}^3$	/	/
/	/	/	液	$\text{m}^3$	/	/
/	/	/	固	kg	/	/
(三) X射线机，包括工业探伤、医疗诊断和治疗 (含X射线CT诊断)、分析仪等						
名称型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途		备注	
(DSA) 系统	150	1250	介入检查与手术		3套 (均为单板)	
计算机X线断层扫描 (CT) 大孔径定位机	140	1250	放射治疗模拟定位		1台	
数字X线摄影 (DR) 系统	150	1250	放射治疗模拟定位		1套	
计算机X线断层扫描CT	140	1250	X线影像诊断		2台	
数字X线摄影 (DR) 系统	150	1250	X线影像诊断		5套	
数字化胃肠造影机	150	1000	胃肠道造影检查		1台	
数字化泌尿生殖系统造影机	150	1000	泌尿生殖系统造影检查		1台	
骨密度测定仪	100	3	骨密度测定		1台	
数字化乳腺摄影机	39	150	X线影像诊断		1台	
移动式医用诊断X射线机	125	160	X线影像诊断		2台	

表 5 污染源分析（包括贯穿辐射污染）

### 1. 辐射源

本项目辐射源共有23个，其中医用电子直线加速器3台、DSA系统3套、III类医用射线装置15台/套、铱-192后装治疗机2台。

#### 1.1 医用电子直线加速器

本项目拟用 6MV 直线加速器 1 台、10MV 直线加速器 2 台，均属 II 类射线装置。

##### (1) 直线加速器基本结构

直线加速器是采用微波电磁场使电子加速沿直线轨迹运动而产生高能电子线和光子线的一种治疗装置。

直线加速器的基本结构:包括加速管、电子枪、微波功率源、微波传输系统、束流系统、真空系统、水冷系统、电源、控制系统、剂量监测系统、照射机头治疗床等。

##### (2) 直线加速器主要参数

本项目拟用医用直线加速器技术参数见表 5-1。

表 5-1 拟用医用直线加速器技术参数

仪器名称	6MV 医用直线加速器	10MV 医用直线加速器
射线类型	X射线、电子束	X射线、电子束
能量	X 射线额定能量：6 MV 电子线额定能量：15MeV	X 射线额定能量：10 MV 电子线额定能量：15MeV
射线最大初射角	28°（等中心点每侧 14°）	28°（等中心点每侧 14°）
源轴距SAD	1m	1m
距靶1m 处剂量率	X 射线最大剂量率：6Gy/min	X 射线最大剂量率：6Gy/min
照射野	40cm×40cm	40cm×40cm
机架旋转	±180°	±180°



### (3)辐射源项

本项目使用的 6MV、10MV 加速器有两种治疗模式：一种是 X 射线治疗模式；另一种是电子线治疗模式。

在正常（或事故）工况下，发射X射线、电子线、中子和感生放射性。辐射途径为外照射，另外，辐射与空气作用时，还会出现放射性气体如<sup>11</sup>C、<sup>13</sup>N、<sup>15</sup>O、<sup>41</sup>Ar等，通过呼吸渠道，进入体内构成内照射。

## 1.2 DSA 系统

### (1)组成

单板 DSA 系统由 X 线系统、电子计算机系统、机械及附属设备、成像控制系统共五个系统组成。X 线系统由 X 线发生装置（X 线管、高压发生器和 X 线控制器）及其影像链构成。

### (2)DSA 成像原理

DSA 系统用碘化铯荧光体探测器将穿过人体的 X 线信息接收，使之变为光学图像，经影像增强器增强后，在用高分辨力的摄像机扫描，所得到的图像信号经模/数转换，储存在数字存储器内，将注入对比剂前所摄的蒙片与注入对比剂后所摄的血管充盈像经计算机减影，处理成减影影像，再经模/数转换，将只留下含对比剂的血管像显示出来。

### (3)单板 DSA X 线系统主要参数

管电压：150kV；管电流：1250mA。

### (4)辐射源项

本项目使用的 DSA 系统的 X 线系统在正常（或事故）工况下，产生 X 射线、臭氧。停机后，无射线产生。辐射途径为外照射。

## 1.3 III 类医用射线装置

### (1)组成

III 类医用射线装置基本由 X 线高压发生器、X 线球管、滤线器、平板探测器、图像后处理系统等组成。

### (2)工作原理

X 线在穿过人体后作用于 X 线探测器并转化为数字信息，形成 X 线衰减数字矩阵，然后由计算机进行处理和显示图像、打印等。

### (3) III 类医用射线装置主要参数

本项目使用的 III 类医用射线装置的主要技术参数见表 5-2。

表 5-2 III 类医用射线装置主要技术参数

名称型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途	备注
计算机X线断层扫描 (CT) 打孔径定位机	140	1250	放射治疗模拟定位	1台
数字X线摄影 (DR) 系统	150	1250	放射治疗模拟定位	1套
计算机X线断层扫描CT机	140	1250	X线影像诊断	2台
数字X线摄影 (DR) 系统	150	1250	X线影像诊断	5套
数字化胃肠造影机	150	1000	胃肠道造影检查	1台
数字化泌尿生殖系统造影机	150	1000	泌尿生殖系统造影检查	1台
骨密度测定仪	100	3	骨密度测定	1台
数字化乳腺摄影机	39	150	X线影像诊断	1台
移动式医用诊断X射线机	125	160	X线影像诊断	2台

### (4) 辐射源项

III 类医用射线装置在正常（或事故）工况下，产生 X 射线、臭氧。停机后，无射线产生。辐射途径为外照射。

## 1.4 铯-192 后装治疗机

### (1) 组成

后装机主要由驱动机构、贮源容器、计算机系统、控制台、隔离变压器、UPS 电源、输源软管、治疗床、施源器和定位支架组成。

### (2) <sup>192</sup>Ir 放射源主要参数

本项目拟用 2 台铯-192 后装治疗机。单台铯-192 后装治疗机贮源容器贮存铯-192 放射源一枚，容量  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$  (10Ci)。

铯-192 后装治疗机贮源容器的泄漏辐射：根据 GBZ121-2002《后装  $\gamma$  源近距离治疗卫生防护标准》，本项目铯-192 后装治疗机在贮源器内

装载最大容许活度时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，泄漏辐射的空气比动能率不得大于  $100\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点的泄漏辐射的空气比释动能率不得大于  $10\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

### (3)辐射源项

放射性核素  $^{192}\text{Ir}$  的半衰期为 73.83d，主要的衰变方式为  $\beta^-$  衰变（分支比 95.4%），衰变过程发出  $\beta^-$ 、 $\gamma$  射线和少量 X 射线。主要  $\gamma$  射线的平均能量为 0.325MeV。

铱-192 后装治疗机使用 Ir-192 密封源，Ir-192 密封源在任何时候都会发出以  $\gamma$  射线为主的射线辐射，对周围环境产生  $\gamma$  射线贯穿辐射外照射。辐射途径为内照射、外照射。

## 2. 放射诊疗流程与产污环节简述（图示）

### 2.1 医用电子直线加速器

放射治疗是利用医用电子直线加速器产生电子或 X 射线，对人体病灶部分的细胞组织进行照射，使被照射的细胞组织受到破坏或抑制，从而达到对某些疾病，特别是肿瘤的治疗目的。

#### (1)放疗流程简述

在病人确诊需要采用电子加速器进行放射性治疗（医生应向病人或其家属告知可能受到的辐射危害）后，先使用模拟定位机对病灶部位进行准确定位，根据定位结果准确确定照射位置；病人进入治疗机房准备（包括摆位、非照射部位的屏蔽防护等），除病人外全部人员退出机房，关闭机房屏蔽门；加速器开机对病人实施放射治疗（一般电子加速器有两种治疗模式，一种是电子治疗模式，一般用于浅表部位病灶照射；一种是 X 射线治疗模式，用于深部病灶照射），治疗完毕后，切断电子加速器高压电源，电子加速器停止出束，打开治疗室门，医护人员进入治疗室帮助病人离开治疗室，完成一次放射治疗。

在电子加速器治疗过程中，除病人外其他人员均不在治疗室，医护

人员通过闭路电视系统观察病人情况。

医用电子直线加速器放疗流程及产污环节如图5-1所示。

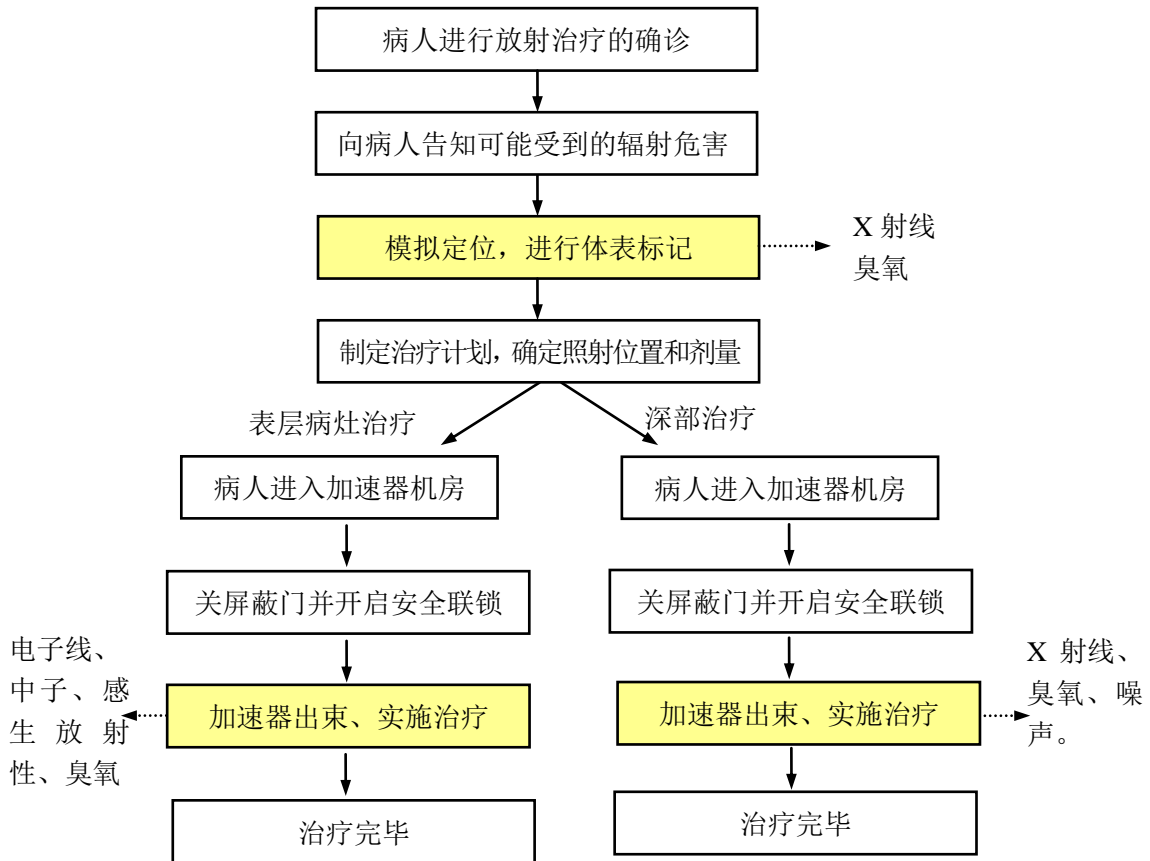


图 5-1 医用电子直线加速器放疗流程及产污环节示意图

## (2)产污环节

从图 5-1 可见，医用电子直线加速器在电子治疗模式、X 射线治疗模式下对患者病灶进行照射时，将产生电子、X 射线、中子、感生放射性以及臭氧等有害气体。

## 2.2 DSA 系统

数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）是 20 世纪 80 年代继 CT 之后出现的一项医学影像学新技术，是电子计算机图像处理技术与传统 X 线血管造影技术相结合的一种新的检查方法。可以满足

心血管、外周血管的介入检查和治疗，以及各部位非血管介入检查与治疗。介入诊断与治疗：是指医生在 DSA 图像的引导下，通过皮穿刺途径或通过人体原有孔道将导管或器械插入病变部位或注入造影剂，进行诊断和治疗。

#### (1)应用流程简述

**DSA检查流程：**手术医师接诊患者并告之在手术过程可能受到辐射危害。固定患者体位或转动DSA系统的C形臂，尽量使病变部位紧靠检测器，然后，医师离开介入手术间，关闭防护门。分别对没有注入造影剂和注入造影剂的造影部位曝光采集图像，得到的两幅血管造影X线荧光图像经计算机减影处理后，在计算机显示器上显示出血管影像的减影图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

**介入治疗流程：**按照治疗方案对患者实施介入治疗，介入操作中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 系统的 X 线系统进行透视，通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入室。

DSA检查与介入治疗流程及产污环节如图5-2所示。

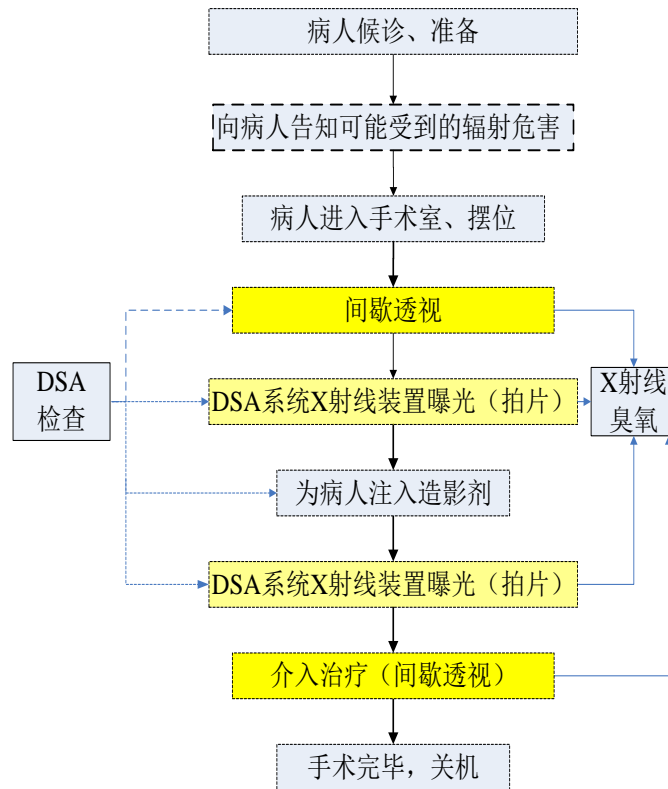


图 5-2 DSA 检查与介入治疗流程及产污环节示意图

## (2)产污环节

从图 5-2 可见，使用 DSA 系统的 X 射线系统在拍片或透视时，将产生 X 射线和臭氧。

## 2.3 III 类医用射线装置

本项目拟用 III 类医用射线装置有 15 台/套，主要用于医学影像学对疾病的诊断以及助于放射治疗计划的制定和治疗效果的评价。

### (1)诊断（定位）流程

III 类医用射线装置在影像诊断及模拟定位过程中，其流程及产污环节基本是相同的。以 DR、CT 为例，叙述本项目拟用 III 类医用射线装置的诊断（定位）流程。

#### ①DR 诊断流程

医师阅读 X 线检查申请单，核对受检者的姓名、性别、年龄，了解其病情及状况，明确 X 线检查的部位和要求；请受检者本人或家属帮助

脱到和摘掉影响 X 线检查的衣服和饰物，并向受检者说明 X 线检查的过程，消除受检查者的紧张情绪，取得受检查者的配合；依据受检者和 X 线检查要求，选择适当尺寸的 X 线胶片，并标明片号、摄影日期和方位；按检查要求，摆放 X 线摄影体位，并进行呼吸方式训练，摆放摄影体位时，要考虑受检者实际情况，尽量使其舒适，避免 X 线检查期间移动，必要时请受检者家属协助固定被检肢体，调整照射野和胶片距，并固定 X 线管和摄影床面；选择曝光条件（管电压、管电流量及摄影距离。），嘱受检者按要求进行呼吸准备，而后曝光。曝光时，要观察控制台上的指示灯、仪表状态及受检者情况；曝光结束后，让受检者或家属在候诊区稍等片刻，待照片满意，达到 X 线诊断要求时，再让受检者离去。

②CT 诊断流程：根据 CT 检查申请单输入被检者的数据资料，然后选择确定被检者在床上的位置方向和体位等参数。根据检查部位的特点，确定扫描正位或侧位定位像。根据临床医师的要求和各个部位的特点，确定合理的扫描参数，如层厚、扫描速度、进床间隔、kV、mA 等，以及选择轴位扫描和螺旋扫描的模式。在全部扫描参数确定完毕后，按下曝光按钮进行扫描。曝光结束后，观察全部扫描图像是否显示清晰，如果确定不需要进行加扫或其他处理，按结束键退出，送被检者出扫描室。

### ③DR、CT 模拟定位

使用 DR、CT 在癌症患者进行放射治疗前用来制定、检查和确认治疗计划，作出体表射野标记和提供放射治疗所需的准确参数信息，使放疗病人获得准确的照射而又避免并减少对正常组织的损伤。其流程与产污环节与 DR、CT 诊断流程及产污环节是相同的。

DR、CT 诊断流程及产污环节如图 5-3 所示。

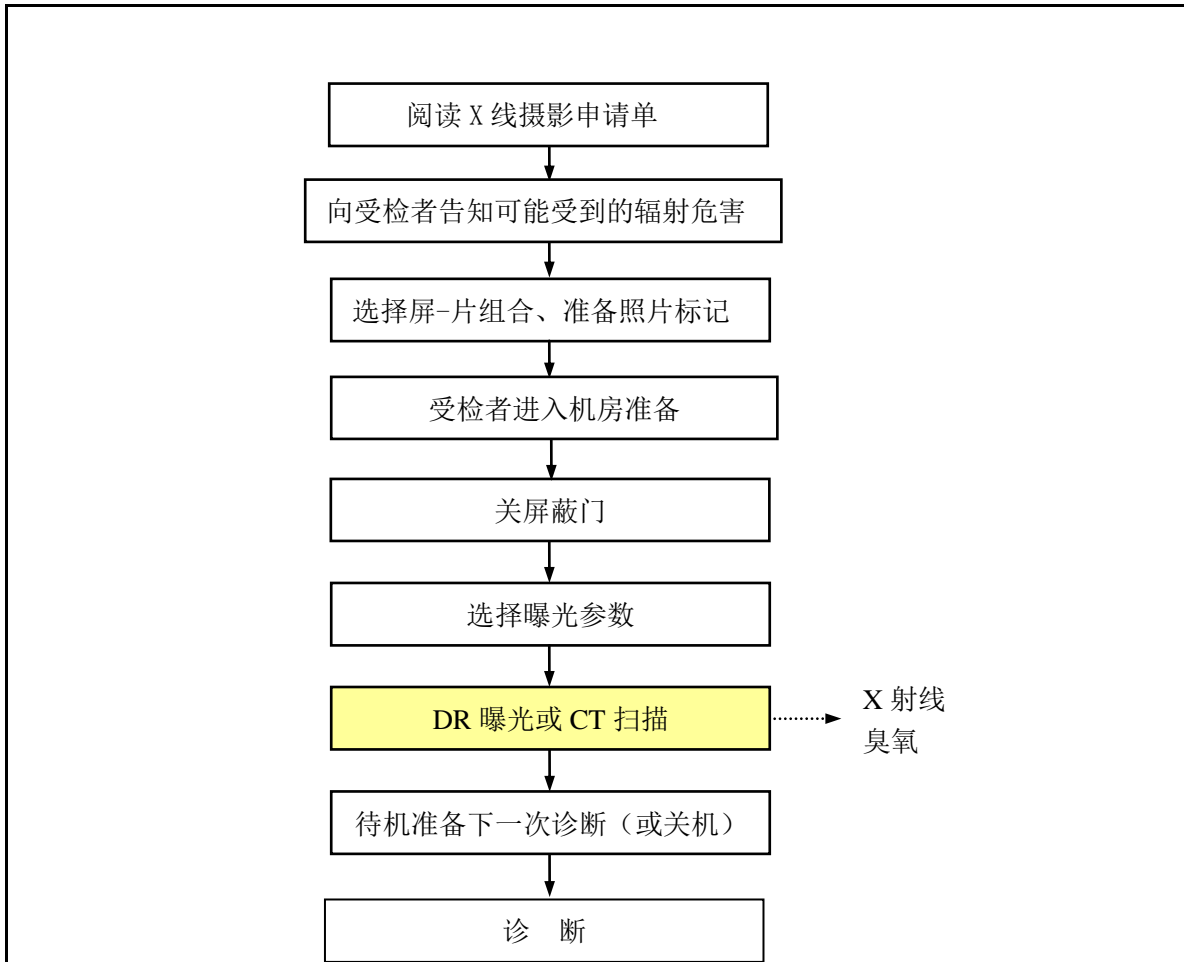


图 5-3 诊断类 X 射线机诊断流程及产污环节示意图

## (2)产污环节

从图 5-3 可见，在 DR 曝光、CT 扫描过程，将产生 X 射线和臭氧。

## 2.4 铯-192 后装治疗机

铯-192 后装治疗机是利用  $^{192}\text{Ir}$  密封源发出的  $\gamma$  射线照射杀死肿瘤细胞，达到治疗疾病的目的。

医生根据病人病灶的实际情况，选取适合该病人的标准治疗计划，自动生成治疗参数；如果在标准治疗计划中没有适合的计划，医生可以制定治疗计划。治疗计划制定后，计算机调入治疗参数，并根据治疗参数，发出控制指令，驱动选定通道的电机，将放射源从贮源库内送到预定的照射位置，对病灶进行近距离放射治疗，治疗完毕后自动收回放射源。



### (1)放疗流程简述

当患者被确诊需要进行放射治疗后,先在模拟定位机室用 X 射线模拟定位机对病灶位置进行精确定位,确定照射位置。医生根据病人病灶的实际情况,在标准治疗计划中选取适合该病人的治疗计划,若没有,则医生制定治疗计划。患者按医生的要求,进入铯-192 后装治疗机治疗室,医生对患者进行摆位并连接输源管,然后退出治疗室,关闭治疗室屏蔽门。医生按照制定的治疗计划,在计算机上调入治疗参数,发出控制指令,驱动装置将放射源从贮源容器送到预定的照射位置,对病灶进行近距离放射治疗,治疗完毕后自动回收放射源。医生通过剂量监测等手段确定放射源被安全回收至贮源容器内后,打开治疗室屏蔽门,从患者体内撤下输源管并帮助患者离开治疗室。一次放射放疗结束。

铯-192 后装治疗机诊治流程如图 5-4 所示。

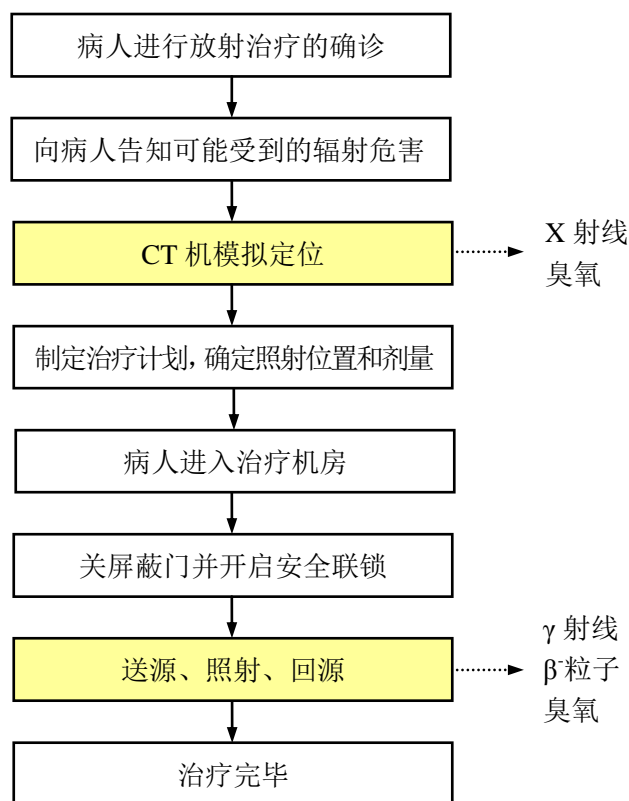


图 5-4 铯-192 后装治疗机放疗流程及产污环节示意图

## (2)产污环节

从图 5-4 可见，在 CT 机模拟定位时，将产生 X 射线和臭氧。

Ir-192密封源在任何时候都会发出以 $\gamma$ 射线为主的射线辐射。当 Ir-192密封源在铱-192后装治疗机贮源容器内时，其漏射辐射是符合相关要求的。在此特别关注的是铱-192后装治疗机送源、回源及Ir-192密封源在病灶位置照射时产生的 $\gamma$ 射线的防护及对周围环境的辐射影响。

## 监测计划和拟采取的污染防治措施

### 1. 监测计划

本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所的外照监测。

#### 1.1 个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员（医用射线装置操作人员、铯-137 后装治疗机操作人员、介入手术人员、物理师、技师）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况。本项目辐射工作人员均配个人剂量计，将由有从事个人剂量监测资质的机构定期进行外照射个人剂量监测，监测结果存档备查。

#### 1.2 工作场所监测

为判断辐射工作人员所在工作场所的安全程度，为检查本次环评新增辐射场所屏蔽防护的效能，对本项目辐射工作场所的外照射监测（定期由有相应监测资质单位进行监测），应纳入医院原有辐射环境监测计划。监测位置、监测频次建议采用表 5-3 辐射监测方案。

表 5-3 工作场所辐射监测方案

监测点布设	监测项目	监测频次	
		委托监测	自行监测
辐射工作场所屏蔽墙（门）外、顶上、地板下	X-γ空气吸收剂量率	1~2 次/a	运行前：1 次 运行期间：1~2 次/季度

## 2. 拟采取的污染防治措施

通过前面对污染源的分析，我们已经很清楚在利用X 射线、电子线、 $\gamma$  射线进行放射检查和治疗同时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的辐射危害。为减少这种辐射危害，以及避免辐射事故的发生，项目单位针对不同的辐射源拟采取了相应的辐射安全防护措施。

### 2.1 放射性污染防治措施

#### 2.1.1 6MV、10MV 医用电子直线加速器

##### (1)防护区域

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，结合本项目具体情况，将加速器放射治疗室所在地划分为控制区和监督区。

控制区：加速器放射治疗室划为控制区，在机房防护门外的顶部拟设工作信号指示灯和电离辐射警示标志。当加速器处于工作状态时，工作指示灯运行，警示人员禁止入内。

监督区：加速器放射治疗控制室、水冷机房、电气用房和辅助用房划为监督区，在该区域入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，仅允许相关人员进入。

##### (2)屏蔽设施

将加速器安置在专用的机房内，以足够厚的屏蔽材料将贯穿辐射减弱到可接受的水平。

加速器治疗室的防护设计：加速器治疗室 1、加速器治疗室 2、加速器治疗室 3 的防护设计如附图-11 所示，拟用建筑材料和防护厚度等设计参数如下：

##### ①加速器治疗室 1（6MV）

- 机房使用面积约 65m<sup>2</sup>，净高 4m；

●机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土（混凝土密度  $2.35\text{t/m}^3$ ）。主屏蔽区墙厚  $2.4\text{m}$ （与后装机治疗室 1 共用墙体）、 $2.5\text{m}$ （与加速器治疗室 2 共用墙体）、宽  $4.2\text{m}$ ；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区西墙厚  $1.45\text{m}$ （与后装机治疗室 1 共用墙体）、与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区东墙厚  $1.55\text{m}$ （与后装机治疗室 1 共用墙体）、与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚  $1.60\text{m}$ （与加速器治疗室 2 共用墙体）；侧屏蔽墙厚  $1.50\text{m}$ ；L 型迷路，迷路内墙最窄厚  $1.050\text{m}$ 、最宽厚  $1.35\text{m}$ ，迷路外墙最窄厚  $1.000\text{m}$ 、最宽厚  $1.300\text{m}$ ；主屏蔽顶厚  $3.2\text{m}$ 、宽  $4.2\text{m}$ ；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚  $2.2\text{m}$ 。

●防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由  $16\text{mm}$  铅当量的铅皮等材料构成。

●通风管道：从机房迷路门上方引出的通风弯管道拟采用厚  $20\text{mm}$  铅当量的铅皮制成。

## ②加速器治疗室 2（10MV）

●机房使用面积约  $62\text{m}^2$ ，净高  $4\text{m}$ ；

●机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土（混凝土密度  $2.35\text{t/m}^3$ ）。主屏蔽区墙厚  $2.5\text{m}$ 、宽  $4.2\text{m}$ ；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚  $1.60\text{m}$ ；侧屏蔽墙厚  $1.60\text{m}$ ；L 型迷路，迷路内墙最窄厚  $1.0\text{m}$ 、最宽厚  $1.35\text{m}$ ，迷路外墙最窄厚  $1.0\text{m}$ 、最宽厚  $1.35\text{m}$ ；主屏蔽顶厚  $3.2\text{m}$ 、宽  $4.2\text{m}$ ；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚  $2.2\text{m}$ 。

●防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由  $140\text{mm}$  厚的中子防护材料和  $16\text{mm}$  铅当量的铅皮等材料构成。

●通风管道：从机房迷路门上方引出的通风弯管道拟采用厚  $20\text{mm}$  铅当量的铅皮进行屏蔽防护。

## ③加速器治疗室 3（10MV）

●机房使用面积约  $64\text{m}^2$ ，净高  $4\text{m}$ ；

●机房四面墙体、迷路墙和顶部的建筑材料均为钢筋混凝土（混凝土密度  $2.35\text{t/m}^3$ ）。主屏蔽区墙厚 2.5m（与加速器治疗室 2 共用墙体）、2.55m（南侧）、宽 4.2m；与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区墙厚 1.60m；侧屏蔽墙厚 1.60m；L 型迷路，迷路内墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35 m，迷路外墙最窄厚 1.0m、最宽厚 1.35m；主屏蔽顶厚 3.2m、宽 4.2m；与顶主屏蔽区直接相连的次屏蔽顶厚 2.2m。

●防护门：为单扇电动推拉门，钢架结构。由 140mm 厚的中子防护材料和 16mm 铅当量的铅皮等材料构成。

●通风管道：从机房迷路门上方引出的通风弯管道拟采用厚 20mm 铅当量的铅皮进行屏蔽防护。

### (3)安全设施

为确保加速器治疗室外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，项目单位拟对加速器治疗室设置了多重安全防护措施，具体如下：

#### ①控制台及安全联锁

◆钥匙控制：控制台上设有防止非工作人员操作的锁定开关，钥匙由专人使用和保管。

◆紧急停机按钮：控制台上设紧急停机按钮，在放疗过程中出现紧急情况时，操作人员按动该按钮就能令加速器停机。

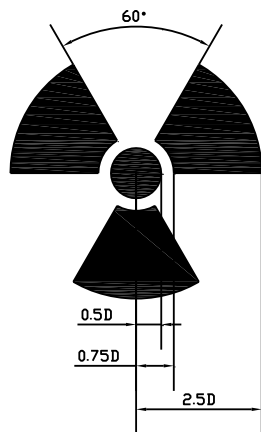
◆电视监控与对讲装置：控制室拟安装电视监控与对讲装置，操作人员通过电视显示屏监视机房内患者治疗时的情况，并通过对讲机与机房内患者联系。

◆治疗室门与束流联锁：治疗室门与加速器联锁，当加速器出束时，治疗室门不能被打开。

◆音响提示：治疗室内准备出束音响提示，加速器准备出束之前，治疗室内有音响提示。

## ②警示标志与工作状态显示

加速器治疗室防护门外拟设置明显的电离辐射警告标志（图5-5）和工作状态指示灯。加速器处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。



a. 电离辐射标志



b. 电离辐射警告标志

图 5-5 电离辐射标志和电离辐射警告标志

## ③治疗室紧急装置

### ◆ 紧急开门按钮

治疗室内墙上

拟设紧急开门按钮，误入人员第一时间离开治疗室，防止误照射。

### ◆ 紧急照明或独立通道照明系统

加速器治疗室拟设紧急照明或独立通道照明系统。

### ◆ 紧急止动装置

加速器机房的内墙上拟设多个紧急止动按钮（紧急开关安装在非主射束区域内）、治疗床旁拟设有紧急止动按钮，以使机房内的人员按动任何一个紧急止动按钮就能令加速器停机。

## ④剂量报警设备

### ◆ 个人剂量报警仪

为防止加速器操作人员、物理师被误照射，拟为加速器操作人员、物理师配备个人剂量报警仪。

#### ◆室内固定式剂量报警仪

为使操作人员、物理师及时了解加速器治疗室内的辐射水平，以及防止误照射，在治疗室内安装固定式剂量报警仪（带剂量显示功能）。固定式剂量报警仪的探头安装在治疗室迷道内墙上（靠近防护门），显示屏安装在控制室墙上，易于操作人员看见的地方。只要迷道内的剂量超过预置的剂量阈值，固定式剂量报警仪就会报警，警示操作人员不能进入治疗室，以防误照射。

#### (4)感生放射性的防护

##### ①放射性废气治理措施

加速器运行产生感生放射性气体，拟采取治理措施：加速器治疗室拟设有通风系统（室内换气次数不少于4次/h），加速器运行时，及时将机房内空气中的感生放射性核素排到室外环境后，在短时间内可自然衰变消失。

##### ②放射性固体废物治理措施

对检修医用电子加速器而更换下来的如束流装置、靶件等含感生放射性的结构部件、失效的冷却水净化树脂等为放射性固体废物。按照《城市放射性废物管理办法》的相关要求，将产生的放射性固体废物进行分类收集、包装，然后装入带有分类标记的专用口袋或容器，送入放射性固体废物暂存间暂存，衰变达到本底水平并监测合格后方可作为一般废物进行处理。

##### ③放射性废水治理措施

医用电子加速器所用冷却水为去离子水，循环使用。加速器冷却水中的氧因照射而引起感生放射性，在排放前，将采取静置衰变措施，并进行监测，放射性指标监测数据在满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）第一类污染物最高允许排放浓度标准要求（总 $\beta$ 放射性浓度不大于10Bq/L）后方可排放。



## 2.1.2 数字减影血管造影 X 射线装置

### (1)防护区域

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,将介入手术室所在地划分为控制区和监督区。

控制区:介入手术室划为控制区,在介入手术室防护门外的顶部拟设工作信号指示灯和电离辐射警示标志。当 DSA 系统处于工作状态时,工作指示灯运行,警示人员非工作人员禁止入内。

监督区:放射科介入手术室的控制室、杂交手术室的控制室划为监督区。在控制室入口处的适当地点设立表明监督区的标牌,仅允许相关人员进入。

### (2)屏蔽设施

为防止 DSA 系统运行时产生的 X 射线对操作人员和公众造成危害,医院为 DSA 系统设置了专用的工作场所(介入手术室或机房),以通过该场所的四面墙体、顶部、地板、防护门和观察窗对 DSA X 射线源产生的 X 射线进行有效屏蔽。

**介入手术室、杂交手术室的防护设计:**介入手术室 1、介入手术室 2、杂交手术室的防护设计分别如附图-12、附图-13 所示,拟用建筑材料和防护厚度等设计参数见表 5-4:

表 5-4 介入手术室、杂交手术室的防护设计参数

场所名称	使用面积(m <sup>2</sup> )	净高(m)	四面墙体实心砖墙厚度(mm)	顶部混凝土厚度(mm)	地板混凝土厚度(mm)	门/窗防护厚度
介入手术室1	45.5	5.45	370	200	200	3 mm铅当量
介入手术室2	51.5	5.45	370	200	200	3 mm铅当量
杂交手术室	86	5.5	370	300	300	3 mm铅当量

注:实心砖密度1.9t/m<sup>3</sup>、混凝土密度2.35t/m<sup>3</sup>。

### (3)安全措施

拟对 DSA 系统的工作场所采取如下安全措施：

◆门灯联锁

介入手术室（杂交手术室）防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

◆紧急止动装置

控制台上、介入手术床（杂交手术室）旁、介入手术室内墙上均拟设紧急止动按钮（各按钮分别与 X 线系统连接）。DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 线系统出束。

◆操作警示装置

DSA 系统的 X 线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

◆对讲装置

在介入手术室（杂交手术室）与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与介入室内的手术人员联系。

◆警告标志

介入手术室和杂交手术室的防护门外的醒目位置，拟设置明显的电离辐射警告标志（图 5-5），警示人们注意可能发生的危险。

◆工作状态显示

DSA 系统的 X 系统处于工作状态时，介入手术室（杂交手术室）的防护门外顶部的工作状态指示灯变亮，警示非工作人员不得入内；当 DSA 系统处于非出束状态，指示灯为绿色。

### 2.1.3 III 类医用射线装置

#### (1)防护区域

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002) 要求, 将 III 类医用射线装置所在地划分为控制区和监督区。

控制区: III 类医用射线装置的机房划为控制区, 在机房门外的顶部设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志。处于工作状态时, 工作指示灯运行以警示人员禁止入内。

监督区: III 类医用射线装置的控制室划为监督区, 在控制室入口处的适当地点设立表明监督区的标牌, 仅允许相关人员进入。

## (2)屏蔽设施

本项目拟用的每台/套 III 类医用射线装置均有固定专用的机房, 放射科各机房的防护设计如附图-12 所示、体检科 X 光室防护设计如附图-14 所示, 住院楼十层、十一层照片检查室防护设计如附图-15 所示, 拟用建筑材料和防护厚度等设计参数如下:

各机房的建筑材料及厚度等设计参数见表 5-5。

表 5-5 III 类医用射线装置机房的防护设计参数

场所名称	使用面积 (m <sup>2</sup> )	净高 (m)	四面墙体实心砖墙厚度 (mm)	顶部混凝土厚度 (mm)	地板混凝土厚度 (mm)	门/窗防护厚度
CT 模拟定位室	40	5.4	370	180	400	3mm铅当量
DR 模拟定位室	35	5.4	370	180	400	3mm铅当量
放射科CT室1	32	5.1	370	200	200	3mm铅当量
放射科CT室2	35	5.1	370	200	200	3mm铅当量
放射科 DR 室 1	22	5.1	370	200	200	3mm铅当量
放射科 DR 室 2	22	5.1	370	200	200	3mm铅当量
放射科 DR 室 3	22	5.1	370	200	200	3mm铅当量
放射科 DR 室 4	22	5.1	370	200	200	3mm铅当量
胃肠造影室:	30	5.1	370	200	200	3mm铅当量
泌尿生殖系统室	21.5	5.1	370	200	200	3mm铅当量
骨密度测定室	15	5.1	370	200	200	3mm铅当量
乳腺摄影室	15	5.45	370	200	200	3mm铅当量
体检科 X 光室	23	4.25	370	200	200	3mm铅当量
十层照片检查室	12	4.3	200	200	200	2mm铅当量
十一层照片检查室	11	4.3	200	200	200	2mm铅当量

注：实心砖密度1.9t/m<sup>3</sup>、混凝土密度2.35t/m<sup>3</sup>。

### (3)安全设施

拟对 III 类医用射线装置的工作场所采取如下措施：

#### ◆门灯联锁

机房防护门与门外顶部拟设置的工作状态指示灯联锁。射线装置处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；处于非出束状态，指示灯为绿色。

#### ◆紧急止动装置

机房的内墙上拟设置紧急止动按钮，以使机房内的人员按动紧急止动按钮就令射线装置停机。

#### ◆操作警示装置

射线装置出束时，控制器上的指示灯变色，同时控制台上的蜂鸣器发出声音。

#### ◆对讲装置

机房室和控制室之间拟安装有对讲装置，操作人员通过对讲装置与机房内患者联系。

#### ◆警告标志

机房门外拟设置明显的电离辐射警告标志（图 5-5）。

### 2.1.4 铯-137 后装治疗机

#### (1)防护区域

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将铯-137 后装治疗机所在地划分为控制区和监督区。

控制区：铯-137 后装治疗机机房划为控制区，在机房门外的顶部设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志。处于工作状态时，工作指示灯运行以警示人员禁止入内。

监督区：铯-137 后装治疗机的控制室划为监督区，在控制室入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，仅允许相关人员进入。

#### (2)屏蔽设施

为防止铯-137 放射源在放疗中产生的  $\gamma$  射线对非放疗患者产生危

害，主要采取屏蔽防护措施。

**后装治疗室的防护设计：**后装治疗室 1、后装治疗室 2 的防护设计如附图-11 所示，拟用建筑材料和防护厚度等设计参数如下：

(1)后装机治疗室 1

●机房使用面积：24.5m<sup>2</sup>，净高 4.45m。

●机房墙体、顶部和地板的建筑材料均为钢筋混凝土（混凝土密度 2.35t/m<sup>3</sup>）。与加速器治疗室 1 共用墙体厚 1450mm；侧屏蔽墙厚 800mm；直迷路，迷路内墙、外墙厚均为 800mm。顶部厚为 1000mm。

●防护门：防护厚度为 5mm 铅当量。

(2)后装机治疗室 2

●机房使用面积：24.5m<sup>2</sup>，净高 4.45m。

●机房墙体、顶部和地板的建筑材料均为钢筋混凝土。侧屏蔽墙厚均为 800mm；直迷路，迷路内墙、外墙厚均为 800mm。顶部厚为 1000mm。

●防护门：防护厚度为 5mm 铅当量。

(3)安全措施

①固有安全措施

为确保铯-192 后装治疗机操作人员和放疗患者的安全，环评认为，铯-192 后装治疗机自身应拟具有如下安全措施：

- ◆防止非工作人员操作的锁定开关；
- ◆施源器与源连锁；
- ◆管道遇堵自动回源；
- ◆仿真源模拟运行；
- ◆主机外表电离辐射警示标志；
- ◆控制台显示放射源位置；
- ◆控制台紧急停止照射按钮；
- ◆停电或意外中断照射时自动回源装置；

◆手动回源措施。

## ②场所的安全措施

铯-137 后装机治疗室拟采取安全措施如下：

### ◆门灯联锁

后装机治疗室防护门与门外顶部拟设置的工作状态指示灯联锁。当后装治疗机处于出束状态时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当后装治疗机处于非出束状态，指示灯为绿色。

### ◆门机联锁

后装机治疗室防护门与后装机联锁。正常情况下，源在贮存状态时才能打开治疗室的防护门；防护门未完全关闭到位时，无法启动放疗装置进行送源；源没有回到储源器内时，防护门不能打开。

### ◆应急开关

在后装机治疗室的内墙上拟设有应急开关，当要终止铯-137 放射源照射时，按动应急开关即可使放射源返回储源器。

### ◆电视监控与对讲装置

控制室拟安装电视监控与对讲装置，操作人员通过电视显示屏监视机房内患者治疗时的情况，并通过对讲机与机房内患者联系。

### ◆剂量监测报警仪

为防止铯-137 后装机操作人员、物理师被误照射，拟为其操作人员、物理师配备个人剂量报警仪，便于随身实时监测并及时报警。

为使铯-137 后装机的操作人员、物理师及时了解铯-137 后装机治疗室内的辐射水平，以及防止误照射，在治疗室固定式辐射水平监测仪。固定式剂量报警仪的探头安装在治疗室迷道内墙上（靠近防护门），显示屏安装在控制室墙上，易于操作人员看见的地方。只要迷道内的剂量超过预置的剂量阈值，固定式剂量报警仪就会报警，警示人员不能进入

治疗室，以防误照射。

◆警告标志

铯-137 后装治疗室门外拟设置明显的电离辐射警告标志。

(4)铯-137放射源的贮存、防盗与处理

◆放射源的贮存

铯-137 放射源在非使用期间贮存在铯-137 后装治疗机贮源容器内，贮源容器位于铯-137 后装治疗机机房里。同时在后装机房里备用 1 个应急贮源罐，用于非正常状况下后装源的贮存。

◆放射源的实体保卫

铯-137 后装治疗机机房的屏蔽门拟具有防盗功能。防盗门和保险柜的钥匙均采用双人双“锁”

在铯-137 后装治疗机机房的屏蔽门外的适当位置安装摄像装置，由医院保安人员 24h 视频监控以防铯-137 放射源被盗。

◆倒源与废旧放射源处理

倒源：由售源单位负责。放射源销售单位派合格的专车、专业技术人员将新的放射源运到现场。在辐射工作人员的监督下，专业技术人员在铯-137 后装治疗机机房内将储源器内的废旧放射源倒出并装入新的铯-137 源。

废旧放射源处理：由售源单位负责。售源单位的专业技术人员在铯-137 后装治疗机机房内将储源器内的废旧放射源倒出之后，装入铅罐并运回，按废旧源处理规定进行相应处理。或联系有环保部颁发的收贮废旧放射源辐射安全许可证的单位到现场收贮。

### 2.1.5 人员的防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者和患者及本次评价范围内的公众。



### 2.1.5.1 感生放射性的防护

◆利用感生放射性核素半衰期比较短的特点，待其衰变到环境本底辐射水平后，相关人员才能进入机房对感生放射性部件加以处置或与其接触。

◆采用距离防护方法，利用与其间隔一段距离的办法加以防护。

◆加速器运行时，尽量减少人员进入水冷机房。冷却水系统需要检查、检修时，检修人员应在加速器运行停机一段时间后方可进入水冷机房，进入时应进行辐射监测。

### 2.1.5.2 X 射线、 $\gamma$ 射线防护

放射治疗与影像诊断使用 X 射线、 $\gamma$  射线，在使用过程中受检者和患者将受到辐射影响。这种影响不仅存在接受检查与治疗的受检者和患者中，也存在于辐射工作人员和公众中。为减少 X 射线、 $\gamma$  射线对本项目辐射工作人员、受检者和患者以及公众的辐射影响，在放射治疗和放射检查过程中，拟将采取下列安全防护措施：

#### (1)辐射工作人员

本项目辐射工作人员包括射线装置和后装治疗机的操作人员、物理师，介入手术医生、护士以及射线装置和放疗设备的维修师。

在实际工作中，为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护 X 射线、 $\gamma$  射线主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护手段联合运用、合理调节。

#### ◆屏蔽防护

隔室操作：辐射源的操作人员采取隔室操作方式，通过控制室与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

近台同室操作：人员包括介入放射操作人员和床边机操作人员。这些人在工作期间均配备个人防护用品（配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、

铅橡胶帽、铅防护眼镜)。另外,介入手术室还配备辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘和床侧防护屏,移动铅防护屏风,防护厚度均为 0.5mm 铅当量),以供介入放射操作人员在介入手术期间使用。

其他操作:铯-192 后装机操作人员配备个人防护用品(如 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶帽等。)

#### ◆时间防护

在不影响工作质量的前提下,减少透视及摄影时间,使放射时间最小化。

介入工作人员在操作前做好充分的术前准备,以减少在介入手术间的停留时间。

放疗工作人员在为患者放疗前做好充分准备,以减少在治疗室内的停留时间。

#### ◆距离防护

在不影响工作质量的前提下,保持与辐射源尽可能大的距离,使距离最大化。

### (2)患者、受检者

为减少患者和受检者的照射剂量,采取防护 X 射线、 $\gamma$  射线的方法有屏蔽防护、时间防护、距离防护和其他防护措施。

#### ◆屏蔽防护

各机房内为患者、受检者拟配备个人防护用品(如铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具。

#### ◆时间防护

在不影响工作质量的前提下,减少透视及摄影时间,使放射时间最小化。

#### ◆距离防护

操作人员将平板接收器靠近患者和受检者，使患者和受检者离射线源尽量地远，以减少患者的入射剂量。

#### ◆其他防护

实际工作中，使用能达到检查治疗最低要求的射线强度，使强度最小化。在介入操作中，通过选择合适的射线射出方向、合理地放置患者位置（相同图像质量时，因体位变化造成 X 射线穿透厚度增加，进而引起入射剂量增加。）以减少射线量，减少受照剂量。

#### (3)陪护人员或护理人员

有些特殊患者在诊断过程中需要陪护人员或护理人员的陪护，此时，陪护人员或护理人员应配备个人防护用品（如铅橡胶帽、铅橡胶围脖、铅橡胶围裙等），并位于非主射束方向，尽可能远离射线装置。

#### (4)其他人员

#### ◆屏蔽防护

辐射工作场所外围环境中的非辐射工作人员主要依托辐射场所的屏蔽墙体、顶部、门、窗屏蔽射线，同时以增加与辐射源之间的防护距离减少 X、r 射线辐射。

#### ◆时间防护

尽可能减少在辐射场所附近的停留时间。

#### ◆距离防护

尽可能增大与辐射场所之间距离。

### 2.1.6 辐射防护与安全措施的可行性

将各辐射场所、人员拟采取的安全防护措施汇总列入表 5-6 中。



表 5-6 本项目拟用辐射安全与防护设施一览表

一、工作场所的安全与防护

涉源部门	辐射源	辐射场所	门机联锁	门灯联锁	紧急制动	声音警示	电视监视	对讲装置	警告标志/警告灯	紧急照明	固定监测仪	钥匙控制	辐射环境监测
放疗中心	6MV加速器	治疗室1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	10MV加速器	治疗室2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	10MV加速器	治疗室3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	CT、DR模拟定位机	CT、DR模拟机室	—	√	√	√	—	√	√	—	—	√	√
	铯-192后装治疗机	后装机治疗室1、2	√	√	√	—	√	√	√	—	√	√	√
放射科	DSA系统	介入手术室1、2	—	√	√	√	—	√	√	—	—	√	√
	III射线装置	12个III射线装置 辐射场所	—	√	√	√	—	√	√	—	—	√	√
体检科	DR系统	X光室	—	√	√	√	—	√	√	—	—	√	√
护理部	DSA系统	杂交手术室	—	√	√	√	—	√	√	—	—	√	√

注：√—拟有

续表 5-6 本项目拟用辐射安全与防护设施一览表

二、人员的安全与防护

人 员		屏蔽防护	距离防护	时间防护	辐射监测设备
辐 射 工 作 人 员	控制室操作人员	拟采取隔室操作方式,通过控制室与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽射线。	尽可能增加防护距离	尽量减少辐射源的照射时间	佩带个人剂量计
	介入手术人员	个人防护用品:铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽、铅防护眼镜等。	尽可能增加防护距离	减少 DSA 手术时间	佩带个人剂量计
		辅助设施:铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘和床侧防护屏,移动铅防护屏风,防护厚度均为 0.5mm 铅当量。			
	床边机操作人员	个人防护用品:铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽、铅防护眼镜等。	尽可能增加防护距离	尽量减少辐射源的照射时间	佩带个人剂量计
	放疗工作人员	拟采取隔室操作方式,通过控制室与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽射线。	尽可能增加防护距离	减少在治疗室内停留的时间。	配带个人剂量计、个人剂量报警仪
物理师、维修师	个人防护用品:铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽、铅防护眼镜等。	尽可能增加防护距离	尽量减少辐射源的照射时间	佩带个人剂量计、个人剂量报警仪	
患者、受检者、陪护		配备个人防护用品(如铅帽、铅三角巾、铅围裙等)	尽量增加患者和受检者与射线源之间的距离	尽量减少射线装置、放射源的照射时间	/
公 众		依托机房屏蔽墙、防护门、铅玻璃窗射线。陪护人员或护理人员在机房内陪护特殊患者时配备个人防护用品(如铅帽、铅围脖、铅围裙等)。	尽可能增加防护距离	尽可能减少在辐射场所附近的停留时间。	便携式 X- $\gamma$ 剂量监测仪

注:√—拟有

从表 5-6 中可见，本项目辐射源均拟有固定的辐射工作场所，且各场所均拟设有相应的辐射安全措施。

(1)“表六”中的预测结果表明：本项目 II 类射线装置和放射源在正常运行工况下产生的电离辐射经按设计方案建设的各辐射工作场所实体以及经个人防护用品和辅助防护设施屏蔽后，致使职业人员照射剂量满足 GB18871-2002 基本标准要求、致使公众照射剂量满足本次评价标准的要求，说明各辐射工作场所拟用的屏蔽材料和防护厚度是满足屏蔽防护要求的。本项目 III 类射线装置辐射场所的屏蔽防护厚度满足 GBZ130-2013、GBZ/T180-2006 要求。

(2)各辐射工作场所拟设置的各项辐射安全措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序、四川省环保厅《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查指南（试行）》（川环办发【2010】164 号）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，按设计方案建设的各辐射工作场所，其拟用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽其各自辐射源产生的射线，对各辐射场所拟采取的相应辐射安全措施符合相关要求。环评认为，本项目拟建的各辐射工作场所及其拟采取的相应辐射安全措施是符合相关要求的，是合理可行的。

## 2.2 非放射性污染防治措施

本项目在运行期间产生的非放射性污染物主要是臭氧、噪声、生活污水和生活垃圾。具体治理措施如下：

### 2.2.1 臭氧治理措施

辐射工作场所内，射线装置、放射源运行期间，将产生有毒有害气体，如臭氧、氮氧化物等。为确保患者、医护人员的安全，对各辐射工作场所拟采用通风换气措施，及时将室内的附加臭氧排出室外。

#### (1) 放疗中心

放疗中心拟设有独立通风系统，直线加速器、后装机、模拟定位机房等区域空调为预留设计，放疗中心区通风放排烟风管平面布置如附图-16 所示。

##### ① 通风设计

直线加速器、后装机区域空调为预留设计，每个房间按  $3000\text{m}^3/\text{h}$  预留，排风量设计为  $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，其排风机设于裙房屋面，风量为  $10400\text{m}^3/\text{h}$ 。

模拟定位机房等区域空调为预留设计，按多联机加新风系统设计，其中新风系统风量为  $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风机风量为  $2660\text{m}^3/\text{h}$ 。

##### ② 进、排风口设置

###### 1) 室外进、排风口的设置

直线加速器所在区域的通风系统进风口位置有两处，均为地下室出地面的风井，两处风井均在裙房楼露天天井内。排风口设在裙房屋面，并高出屋面 3 m，远离一层的进气口。

模拟定位机房所在区域的通风系统进风口位于裙房露天天井内，排风口位于紫罗兰路口处室外绿化地带，不在人员经常停留和经常通行的地点。

###### 2) 室内进、排风口设置



加速器治疗室、后装机治疗室的空调通风系统为预留设计，目前设计仅作预埋预留。对此，有关室内通风系统进、排风口的设置问题，**环评要求如下：**

通风换气系统进、排风口的设置通常是上进、下出，且应间隔一定距离。进风口：一般应靠近室内顶部；吸气口：因臭氧、氮氧化物比空气重，浓度较高的地方是辐照区下部靠近地表面的地方，因此通风换气系统的吸气口最好是设在加速器的下方。

## (2)放射科

一层放射科拟设有独立通风系统，其所属区域空调为预留设计，放射科区域风管平面布置如附图-17 所示。

### ①通风设计

一层放射科区域空调为预留设计，每间放射科房间按多联机加新风系统设计，其中新风系统风量为  $6000\text{m}^3/\text{h}$ ，对应的排风机风量为  $5610\text{m}^3/\text{h}$ 。

设计上将住院楼十层照片检查室、十一层新生儿病房照片检查室与其所在区域（同一层）共用一套机械排风系统，以确保照片检查室能够及时通风换气。

### ②进、排风口位置

一层放射科通风换气系统的进风口在同层的新风机房侧壁，排风口位于裙房屋面，并高出屋面 3m。

## (3)体检科、护理部

设计上将体检科 X 光室、杂交手术室与其所在区域（同一层）共用一套机械排风系统，以确保 X 光室、杂交手术室能够及时通风换气。

## (4)通风与风口设置的合理性分析

### ①换气次数

放疗中心、放射科均设由独立的进、排风系统，通风量设计能满足

各辐射工作场所换气次数不少于4次/h要求。

## ②风口位置

放疗中心、放射科拟用的通风系统，其在楼外的进、出风口位置均设在人员逗留较少的区域，且进、排风口之间保持有一定距离。排风口位于裙房屋面，并高出屋面 3m。加速器治疗室的吸气口为下部设置。

由此可见，辐射场所室内、外通风系统的进、排风口位置的设置是符合相关通风设计规范。

从保护患者、医护人员的健康安全角度来看，本项目辐射场所换气次数及通风系统进、排风口位置的设置均是合理可行的。

### 2.2.2 废水处理措施

项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。处理措施：采用新建的污水处理站处理，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理排放标准和《污水排入城市下水道水质标准》（CJ343-2010）后排入市政管网，进入污水处理厂。

### 2.2.3 噪声治理措施

①噪声源：主要是加速器水泵、空调机、风机和通风管道等。

②噪声防治措施：

◆加速器水泵降噪措施：将加速器水泵放置在专用的冷水机房内，并采取降噪减振措施。

◆通风系统降噪措施：：

在进入服务区域之前均在管道上加设消声器。具体设置位置如下：

地下室直线加速器区域空调送风设备，地下室 CT、模拟定位机房区域空调送风设备，一层放射科空调新风、排风设备，均放置在设备机房内，所有此类设备管道在出机房之前均在管道上设置消声器，且所有的机房内均采用降噪减振等措施。

地下室直线加速器、后装机及一层放射科区域的排风机置于裙房屋面，在屋面水平管道接至竖井之前设置消声器。

#### 2.2.4 固体废物理措施

项目运行后，产生的固体废物主要为生活垃圾和医疗废物。

生活垃圾处理：本项目辐射工作人员和患者产生的生活垃圾拟在院区生活垃圾点集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

医疗废物处理：医院在地下一层设置了一个独立的医疗废物暂存间，将接纳全院产生的医疗废物。医疗废物将由有资质的医疗废物处置单位进行统一收集、清运和处理。

### 2.3 环保投资

本项目总投资 10410.315 万元，其中环保投资 1275.315 万元，占总投资约 12.25%。本项目辐射防护与安全设施等投资列入表 5-7。

表 5-7 辐射防护与安全设施投资一览表

辐射场所	内 容		数量	投 资 (万元)	
加速器治疗室 1	屏蔽场所	加速器治疗室	1 间	40	
	屏蔽设施	防护门	1 个	25	
	安全措施	门机、门灯联锁装置		各 1 套	/
		紧急止动按钮		2 个	1.0
		视频监控与对讲系统		各 1 套	0.5
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各 1 套	0.01
		治疗室内准备出束音响		1 套	0.05
		固定辐射监测报警装置、个人剂量报警仪		各 1 台	2.5
		紧急照明、紧急开门按钮		各 1 套	1.0
	臭氧治理	通风系统	1 套	20	
加速器治疗室 2、3	屏蔽场所	加速器治疗室 2、加速器治疗室 3	2 间	80	
	屏蔽设施	防护门	2 扇	50	
	安全措施	门机、门灯联锁装置		各 2 套	/
		紧急止动按钮		4 个	2.0
		视频监控与对讲系统		各 2 套	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各 2 套	0.02
		治疗室内准备出束音响		2 套	0.1
		固定辐射监测报警装置、个人剂量报警仪		各 2 台	5.0
		紧急照明、紧急开门按钮		各 2 套	2.0
	臭氧治理	通风系统	/		
CT、DR 模拟机室	屏蔽场所	CT 模拟机室	2 间	40	
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	门 2 扇 窗 2 块	50	
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统		各 2 套	1.0
		紧急止动按钮		4 个	2.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各 2 个	0.02
臭氧治理	通风系统	1 套	10		

续表 5-7 辐射防护设施和污染治理措施及其投资一览表

辐射场所	内 容		数量	投 资 (万元)	
后 装 治 疗 室 1、2	屏蔽场所	后装治疗室1、后装治疗室2	2间	40	
	屏蔽设施	防护门	2扇	50	
	安全措施	门机、门灯联锁装置		各2套	/
		应急开关		2套	0.10
		视频监控与对讲系统		各2套	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各2套	0.02
	固定辐射监测报警装置、个人剂量报警仪		各2台	5.0	
臭氧治理	通风系统	/			
介 入 手 术 间 1、2 和 杂 交 手 术 室	屏蔽场所	介入手术室 1、2，杂交手术室	3间	50	
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	门9扇 窗3块	120	
	移动 屏蔽设施	屏蔽吊架、屏蔽挂帘	各3件	设备 自带	
	安全措施	电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各3个	0.045
		门灯联锁、对讲系统		各3套	1.5
		紧急止动按钮		6个	3.0
臭氧治理	通风系统	2套	30		
DR 室 1~4	屏蔽场所	DR室1~4	4间	80	
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	门4扇 窗4块	100	
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统		各4套	2.0
		紧急止动按钮		8个	4.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯		各4个	0.04
臭氧治理	通风系统	1套	40		

续表 5-7 辐射防护设施和污染治理措施及其投资一览表

辐射场所	内 容		数量	投 资 (万元)
CT室 1、2	屏蔽场所	CT室1、2	2间	40
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	门2扇 窗2块	60
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统	各2套	2.0
		紧急止动按钮	4个	2.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各2个	0.04
	臭氧治理	通风系统	/	
胃 肠 造 影 室	屏蔽场所	胃肠造影室	1间	20
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	各1个	30
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统	各1套	1.0
		紧急止动按钮	2个	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各1个	0.02
	臭氧治理	通风系统	/	
泌 尿 生 殖 系 统 造 影 室	屏蔽场所	泌尿生殖造影室	1间	20
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	各1个	30
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统	各1套	1.0
		紧急止动按钮	2个	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各1个	0.02
	臭氧治理	通风系统	/	

续表 5-7 辐射防护设施和污染治理措施及其投资一览表

辐射场所	内 容		数量	投 资 (万元)
骨密度测定室	屏蔽场所	骨密度测定室	1间	20
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	各1个	30
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统	各1套	1.0
		紧急止动按钮	2个	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各1个	0.02
	臭氧治理	通风系统	/	
乳腺摄影室	屏蔽场所	胃肠造影室	1间	20
	屏蔽设施	防护门、铅玻璃窗	各1个	30
	安全措施	门灯联锁装置、对讲系统	各1套	1.0
		紧急止动按钮	2个	1.0
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各1个	0.02
	臭氧治理	通风系统	/	
十层 十一层 照片检查室	屏蔽场所	十层照片检查室、十一层照片检查室	2间	40
	安全措施	防护门、门灯联锁装置	各2套	30
		电离辐射警告标志、工作状态指示灯	各2个	0.04
	臭氧治理	通风系统	/	
个人防护	医护人员防护	铅衣、三角巾、铅围裙等	27套	14.45
	患者、受检者防护	铅帽、铅三角巾、铅围裙等	13套	16.1
监测设备	个人剂量监测设备	个人剂量元件	100	1.5
	辐射环境监测设备	便携式X- $\gamma$ 剂量监测仪	1台	1.2
合 计				1275.315

表 6 环境影响分析

### 1.建设期环境影响分析

本项目辐射工作场所位于该院新建门急诊医技住院楼和第一住院大楼内，与其所在大楼同时设计、同时建设，项目建设期间的非污染防治措施将按照批复后的《四川大学华西第二医院锦江院区环境影响报告书》（批复文号：川环建函【2013】305号，附件-5）提出的相应措施执行，此处不再赘述。

项目建设期产生的噪声、废气、废水和固体废弃物将对项目所在区域环境产生一定程度的影响，但只是暂时的。只要施工单位认真做好施工组织工作，文明施工，认真落实《四川大学华西第二医院锦江院区环境影响报告书》提出的相应措施后，项目在施工期将不会对环境产生明显的不利影响。

### 2. 项目正常运行环境影响分析

#### 2.1 正常运行辐射环境影响分析

项目涉及使用 21 台/套医用射线装置和 2 台铯-192 后装治疗机。本环评将按加速器、DSA 系统、III 类射线装置、铯-192 后装治疗机的排列顺序，分析各辐射源在正常运行工况下对环境的辐射影响。

##### 2.1.1 加速器正常运行辐射影响分析

在运用 6MV、10MV 医用电子加速器产生的电子和 X 射线为患者进行放射治疗同时，可能会穿过屏蔽体对室外环境及其人员产生辐射影响。因电子在物质中的穿透能力远低于 X 射线的穿透能力，所以，分析评价加速器运行对治疗室外环境、人员的辐射影响时，只考虑加速器产生的 X 射线影响因子。

本次评价采用理论计算方法，预测 3 台加速器运行时产生的贯穿辐射影响。

##### ①加速器机房周围环境各房间的功能及用途



为了准确描述放疗中心加速器治疗室、后装机治疗室外环境关系，将图 6-1 的上方定为正北方向。

从图 6-1 加速器治疗室、后装机治疗室外环境关系示意图可见，放疗中心拟建的加速器治疗室 1（6MV）、加速器治疗室 2（10MV）和加速器治疗室 3（10MV），从北到南依次排列，其北侧与 2 个后装机室相连；南侧、西侧均是地下停车场；加速器治疗室 1 的东侧是抢救室、二次候诊区、DR 模拟机房，加速器治疗室 2 的东侧是模拟机控制室、CT 模拟机房；加速器治疗室 3 的东侧是 CT 模拟机房、污水间、库房和上下楼梯。3 个加速器治疗室的楼上是封闭空间（空间高度 3.2m、3.9m），封闭空间之上是成龙路入口层的露天天井、诊室 1~11、病患二次候诊；楼下无建筑。

## ②预测点选取

### 1) 加速器治疗室 1（6MV）外环境区域中预测点选取：

选取加速器治疗室 1 主屏蔽墙外（1#）、次屏蔽墙外（2#）、另一侧主屏蔽墙外（3#）、迷道外侧屏蔽墙外（4#）、防护门外（5#）和屋顶上（即封闭空间上面）一层诊室 1~5（6#）共 6 个预测点位。加速器治疗室 1 平面布置及预测点分布如图 6-2 所示、剖面图如图 6-5 所示。

### 2) 加速器治疗室 2（10MV）外环境区域中预测点选取

选取加速器治疗室 2 主屏蔽墙外（7#）、次屏蔽墙外（8#）、另一侧主屏蔽墙外（9#）、迷道外侧屏蔽墙外（10#）、防护门外（11#）和机房屋顶（即封闭空间上面）一层诊室 6~11（12#）共 6 个预测点位。加速器治疗室 2 平面布置及预测点分布如图 6-3 所示、剖面图如图 6-5 所示。

### 3) 加速器治疗室 3（10MV）外环境区域中预测点选取

选取加速器治疗室 3 主屏蔽墙外（13#）、次屏蔽墙外（14#）、另一侧主屏蔽墙外（15#）、迷道外侧屏蔽墙外（16#）、防护门外（17#）和机房屋顶上（即封闭空间上面）一层医生工作通道（18#）共 6 个预测

点位。加速器治疗室 3 平面布置及预测点分布如图 6-4 所示、剖面图如图 6-5 所示。

### ③预测模式

本环评将采用放射治疗机房的辐射屏蔽规范第二部分：电子直线加速器放射治疗机房（GBZ/T 201.2-2011）中不同辐射的屏蔽与剂量估算方法，估算 6MV、10MV 加速器机房外环境保护目标的照射剂量。

1) 有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算：

首先按式 6-1 计算有效厚度  $X_e(\text{cm})$ ，式 6-1 如下：

$$X_e = X \sec\theta \dots\dots\dots \text{(式 6-1)}$$

式中，

$X_e$ ——射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，(cm)；

$X$ ——屏蔽墙体厚度，(cm)；

$\theta$ ——入射角夹角。

接着，按式 6-2 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子  $B$ ，再按式 6-3 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ 。

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TV L_1)/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 6-2)}$$

式中， $TVL_1(\text{cm})$ 和  $TVL(\text{cm})$ 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明  $TVL_1$  时， $TVL_1=TVL$ 。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{(式 6-3)}$$

式中，

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$f$ ——对有用束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率；

$R$ ——辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

$B$ ——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

2) 患者一次散射辐射的屏蔽与剂量估算

首先按式 6-1 计算有效厚度  $X_e(\text{cm})$ ，接着，按式 6-2 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子  $B$ ，再按式 6-4 计算辐射在屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$ 。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot a_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{(式 6-4)}$$

式中，

$\dot{H}_0$ ——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$a_{ph}$ ——患者  $400\text{cm}^2$  面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子；

$F$ ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， $\text{cm}^2$ 。

$R_s$ ——患者(位于等中心点)至关注点的距离， $\text{m}$ ；

$B$ ——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

3) 加速器（ $\leq 10\text{MV}$ ）机房迷路散射辐射屏蔽与剂量估算

有用线束不向迷路照射情况，入口处的散射辐射剂量率  $\dot{H}_g$  按式 6-5 计算：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots \text{(式 6-5)}$$

式中：

$\dot{H}_g$ ——g 处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha_{ph}$ ——患者  $400\text{cm}^2$  面积上的散射因子，通常取  $45^\circ$  散射角的值；

$F$  ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， $\text{cm}^2$ ；

$\alpha_2$  ——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常取 i 处的入射角为  $45^\circ$ ，散射角为  $0^\circ$ ， $\alpha_2$  值见附录 B 表 B.6。

$A$  ——  $i$  处的散射面积,  $m^2$ ;

$R_1$  —— “o-i” 之间的距离,  $m$ ;

$R_2$  —— “i-g” 之间的距离,  $m$ ;

$\dot{H}_0$  —— 加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率,  $\mu Sv \cdot m^2/h$ 。

#### ④工作负荷与照射时间

每台加速器平均每天治疗病人, 周治疗照射时间约为  $h$ 。项目投运后, 每台医用电子直线加速器常规放射治疗时间为  $h/a$ 。

#### ⑤预测相关参数选取及结果

本项目加速器治疗室 1 (6MV)、加速器治疗室 2 (10MV)、加速器治疗室 3 (10MV) 外辐射剂量率预测结果分别见表 6-1、表 6-2、表 6-3 略。

#### ⑥职业人员、公众年有效剂量

项目投运后, 每台医用电子直线加速器常规放射治疗时间按  $h/a$  计, 各照射方向的射线利用因子、环境保护目标的居留因子取值以及环境保护目标年有效剂量的预测结果分别见表表 6-4、表 6-5、表 6-6 略。

从表 6-4、表 6-5、表 6-6 中的预测结果可以看出, 单台加速器在正常运行工况下, 所致工作人员最大年有效剂量值为  $0.121mSv$ , 低于职业照射剂量约束值  $6.0mSv/a$ ; 所致公众最大年有效剂量值为  $0.025mSv$ , 低于公众照射剂量约束值  $0.3mSv/a$ 。

### 2.1.2 DSA 系统正常运行辐射环境影响分析

DSA 检查是采用隔室操作方式，拍片时 DSA 的 X 线系统曝光时间很短，产生的 X 射线经机房屏蔽体屏蔽后，对机房外的公众和工作人员基本没有影响。

本节重点考虑正常介入治疗过程中 3 套单板 DSA 系统产生的 X 射线对介入手术操作人员、控制室工作人员和机房外公众的辐射影响。

#### ①介入手术室周围环境各房间的功能及用途

为了准确描述门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层）介入手术室及杂交手术室的外围环境关系，将图 6-6、图 6-7 的上方向定为正北方向。

介入手术室 1：位于门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层）。介入手术室 1 的北侧是医生工作通道、MRI 精密空调外机室，南侧是介入手术室 2，东侧是 MRI2 室、控制室机治疗室，西侧是医生工作通道和介入手术室 1 的控制室，楼上是去污区，楼下是学习室。

介入手术室 2：位于门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层）。介入手术室 2 的北侧是介入手术室 1 及其控制室，南侧是医生工作通道、图书资料室、卫生间、空调机房，东侧是医生工作通道、乳腺室及其控制室，西侧是医生更衣室、刷手间和医生工作通道，楼上是去污区，楼下是会议室。

杂交手术室：位于门急诊医技住院楼五层（顶层）。其北侧是洁净走道、手术仪器暂存间、洗手区域、设备间、缓冲区和污物走道，南侧是缓冲区和污物走道、资料室、标本样库，东侧是杂交手术室的控制室及 6#露天天井，西侧是洁净走廊、护士站，顶上即为屋顶面（无建筑，

无物品存放), 楼下(四层)是诊断室23、诊断室24和公共通道。

## ②预测点选取

### 1) 介入手术室1内、外预测点布设:

1#—控制台、2#—控制室内(介入手术室1防护门外)、3#—医生工作通道(介入手术室1西墙外)、4#—医生工作通道(介入手术室1防护门外)、5#—医生工作通道(介入手术室1北墙外)、6#—MRI2检查室、7#—MRI2控制室、8#—缓冲室(介入手术室1防护门外)、9#—介入手术室2内、10#—楼上去污区、11#—楼下学习区、12#—介入手术人员工作位置共12个预测点, 预测点分布如图6-6所示。

### 2) 介入手术室2内、外预测点布设:

13#—控制台、14#—控制室内(介入手术室2防护门外)、15#—医生工作通道(介入手术室2西墙外)、16#—医生工作通道(介入手术室2南墙外)、17#—医生工作通道(介入手术室2南侧防护门外)、18#—医生工作通道(介入手术室2设备间外)、19#—缓冲区(介入手术室2东侧防护门外)、20#—楼上去污区、21#—楼下会议室、22#—介入手术人员工作位置、23#—介入手术室1内共13个预测点, 预测点分布如图6-6所示。

### 3) 杂交手术室内、外预测点布设:

1#—控制台、2#—控制室(杂交手术室东侧防护门外)、3#—污物走道(杂交手术室南侧防护门外)、4#—污物走道(杂交手术室南侧墙外)、5#—洁净走道(杂交手术室西侧墙外)、6#—洁净走道(杂交手术室北侧墙外)、7#—洁净走道((杂交手术室北侧防护门外)、8#—楼上(屋面)、9#—二次候诊室、楼下诊断室23、诊断室24、走道和公共走道, 10#—介入手术人员工作位置共10个预测点, 预测点分布如图6-7所示。

## ③ 单板 DSA 的 X 线系统运行状况与运行时间

本项目使用单板 DSA 的 X 线系统在自动透视模式下, 正常使用管

电压范围在。管电压一定的条件下，其管电流与被照体的厚度、密度相关。运用时可使 C 臂围绕病人做同心运动。

#### ④操作方式

DSA 检查：即 DSA 的 X 线系统曝光时，医务人员位于控制室，即为隔室操作方式。

介入治疗：在透视条件下，医务人员近台同室进行介入手术操作。

#### ⑤计算模式

采用理论计算方法，估算 DSA 系统在正常运行工况下，DSA 介入治疗对介入手术操作人员、控制室工作人员和机房外公众的辐射剂量。

##### 1) 主射束

主射束的屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \quad (\text{式 } 6-6)$$

式中： $D_r$ —预测点处辐射空气吸收剂量，Gy/a；

$D_1$ —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T—每年工作时间；

$\mu$ —利用因子；

$\eta$ —对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

##### 2) 散射线

依据《辐射防护手册》第一分册，采用反照率法估算预测点的辐射空气吸收剂量率：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot \alpha \cdot s \cdot f \cdot T / (d_0)^2 (d_s)^2 \quad (\text{式 } 6-7)$$

式中： $D_r$ —预测点的辐射空气吸收剂量，Gy/a；

$\alpha$ —受照物体对入射 X 射线的散射比， $\alpha = a/400$ ；

a—相对于  $400\text{cm}^2$  散射面积的受照物体对入射 X 射线的散射比，保守取 0.0015（90° 散射角）；

s—散射面积， $\text{cm}^2$ ，此处取  $400\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —源与受照体的距离，m，此处取  $d_0=1.0\text{m}$ ；

$d_s$ —受照体与预测点的距离；

$D_1$ —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T—每年工作时间；

$\mu$ —利用因子；

$\eta$ —对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子。

### 3) 泄漏射线：

泄漏辐射比率为  $10^{-3}$ 。

#### ⑥ 预测参数选取

各预测点 X 射线辐射剂量所依据的空间位置距离和屏蔽体厚度等相关预测参数见表 6-7 略。

#### ⑦ 结果分析

各预测点的年有效剂量，计算结果列入表 6-8 中。

从表 6-8、表 6-9 中的预测结果可见：在确保介入手术室的屏蔽体有效、个人防护用品和辅助防护设施均正常使用的情况下，介入手术室 1 内的 DSA 系统在正常运行期间，其室内介入手术操作人员照射剂量最大值为  $2.4\text{mSv/a}$ ，控制室工作人员照射剂量最大值为  $5.99 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，公众照射剂量在  $1.33 \times 10^{-5} \sim 0.221\text{mSv/a}$  之间；介入手术室 2 内的 DSA 系统在正常运行期间，其室内介入手术操作人员照射剂量最大值为  $2.4\text{mSv/a}$ ，控制室工作人员照射剂量最大值为  $6.25 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，公众照射剂量在  $9.81 \times 10^{-6} \sim 0.221\text{mSv/a}$  之间；杂交手术室内的 DSA 系统在正常运行期间，其室内介入手术操作人员照射剂量最大值为  $2.4\text{mSv/a}$ ，控制室工作人员照射剂量最大值为  $1.57 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，公众照射剂量在  $2.99 \times 10^{-6} \sim 1.89 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$



之间。

综上所述，由于本项目每个介入手术室将有多个固定的 DSA 手术组在此开展 DSA 手术，且每个 DSA 手术组成员固定，并独立开展介入手术。在此情况下，本项目单套 DSA 系统在全年正常运行期间，所致辐射工作人员照射剂量最大值为 2.4mSv/a，低于职业照射剂量约束值 6.0mSv/a；公众受照剂量为在  $2.99 \times 10^{-6}$ mSv/a ~0.221mSv/a 之间，低于公众剂量约束值 0.3mSv/a。

**环评要求：**为防止介入手术人员个人年剂量超标，项目单位应加强对介入手术人员个人剂量的管理，若发现季度监测数据或年统计数据异常，应及时查找原因。

### 2.1.3 III 类医用射线装置运行辐射环境影响分析

本项目拟用 15 台 III 类医用射线装置，各机房的建筑屏蔽防护厚度满足医用 X 射线诊断放射防护要求（GBZ130-2013）、医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范（GBZ/T180-2006）中的防护厚度要求。由于本项目拟用的 III 类医用射线装置的辐射源强较小、出束时间短，因此在曝光时产生的 X 射线经机房墙体、防护门、窗、屋顶和地板屏蔽后对外环境辐射影响很小。

### 2.1.4 铯-137 后装治疗机正常运行辐射环境影响分析

医院拟在放疗中心配置 2 台铯-137 后装治疗机，单台治疗机装  $^{137}\text{Cs}$  放射源 1 枚，装源活度  $3.7 \times 10^{11}$ Bq（10Ci），属于 III 类放射源。

本次评价采用理论计算方法，计算为患者摆位期间和患者照射期间  $\gamma$  射线对工作人员、公众的辐射剂量。

#### (1) 后装机治疗室外围环境

从图 6-1 加速器治疗室、后装机治疗室外环境关系示意图可见，后装机治疗室 1、后装机治疗室 2 与加速器治疗室 1 相连。其北侧是人员走道、电梯与楼梯；南侧是加速器治疗室 1；东侧是走道、准备间；西侧是地下停车场。顶上是封闭空间（空间高度 3.9m），封闭空间之上

是成龙路入口层的露天天井、医生工作通道；楼下无建筑。

## (2)预测点选取

后装机治疗室 1 外预测点：19#—后装机控制室、20#—加速器治疗室 1 内、21#—西侧停车场、22#—后装机治疗室北侧走道、23#—后装机治疗室 1 防护门外、24#—顶上医生工作通道（中间是封闭空间）共 6 个预测点位，预测点分布图如 6-8 所示。

后装机治疗室 2 外预测点：25#—后装机控制室、26#—加速器治疗室 2 防护门外、27#—后装机治疗室 2 东侧走道和准备间、28#—后装机治疗室北侧走道、29#—后装机治疗室 2 防护门外、30#—顶上医生工作通道（中间是封闭空间）共 6 个预测点位，预测点分布图如 6-8 所示。

## (3)预测模式

后装机治疗室预测点的剂量率的预测模式来源于《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）。

### ①初级辐射预测模式

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots\dots\dots \text{(式 6-8)}$$

式中：

TVL<sub>1</sub>——辐射在屏蔽物质中的第一个十值层厚度，取 152mm；

TVL——辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，单位 mm；当

未指明 TVL<sub>1</sub> 时，TVL<sub>1</sub>=TVL。

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_r \cdot f}{R^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{(式 6-8)}$$

式中：

$\dot{H}$  ——屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

A——放射源的活度，MBq；

$k_r$  ——常数；

f——对有用束为 1;

R——辐射源至关注点的距离, m;

### ②机房入口预测模式

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_r \cdot S_w \cdot a_w}{R_1^2 \cdot R_2^2} \dots\dots\dots \text{(式 6-9)}$$

式中:

$\dot{H}$  ——机房入口屏蔽前的剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

A——放射源的活度, MBq;

$k_r$ ——常数;

$S_w$ ——迷路内口墙的散射面积,  $13.35\text{m}^2$ ;

$a_w$ ——散射体的散射因子取  $3.39 \times 10^{-2}$  ( $^{192}\text{Ir}$  放射源  $45^\circ$  入射辐射和  $0^\circ$  反散射);

$R_1$ ——辐射源 o1 (或 o2) 至散射面中心点 i 距离 7.1m;

$R_2$ ——散射面中心 i 点至机房入口 g 的距离 6.1m。

### ③相关计算参数

计算所取的各项参数见表 6-10 略。

#### (3)预测结果

2 台  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机正常运行所致工作人员、公众的照射剂量, 计算结果见表 6-11 略。

单台  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机正常运行工况下, 工作人员职业照射剂量应在控制室 (2 台后装机控制室共用, 控制室内工作人员将受 2 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源在放疗期间的辐射影响。) 与摆位期间的照射剂量之和, 即  $1.35 \times 2 + 1.50 = 4.20\text{mSv/a}$ , 低于职业照射剂量约束值  $6\text{mSv/a}$ ; 公众照射剂量最大为  $6.12 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ , 低于公众照射剂量约束值  $0.3\text{mSv/a}$ 。

#### 2.1.5辐射影响分析结论

本项目加速器、后装机和 DSA 系统的操作人员固定, 不交叉操作辐

射设备，将预测结果列入表6-12中。

表 6-12 本项目辐射工作人员、公众照射剂量一览表

辐射源	辐射工作人员 (mSv/a)	公众 (mSv/a)
加速器	0.121	0.025
DSA 系统	2.40	0.221
III 类射线装置	很小	很小
<sup>192</sup> Ir 后装机	4.20	0.06

从表 6-12 中数据可见，本次环评的射线装置和放射源，在正常运行工况下，产生的射线经机房屏蔽体、个人防护用品和辅助防护设施屏蔽后，所致辐射工作人员（加速器操作人员、后装机操作人员和介入手术人员固定，不交叉操作辐射设备）年有效剂量最大值为 4.20mSv，低于职业照射剂量约束值 6mSv/a；所致公众年有效剂量最大值为 0.221mSv，低于公众照射剂量约束值 0.3mSv/a。

## 2.2、非放射性污染物的环境影响分析

### 2.2.1 臭氧影响分析

#### (1)加速器产生臭氧影响分析

本项目在运行过程将会产生臭氧、氮氧化物等非放射性污染因素。其中臭氧是主要的有害气体产物，且对人体的健康影响较大。下面对本项目医用电子直线加速器在使用过程中产生的臭氧的环境影响进行定量预测评价。

参照《辐射防护手册》（第三分册）（P130），电子加速器运行时臭氧的生成率按下式计算：

$$C_{O_3} = 48 \left[ \frac{C_{O_2} \cdot G \cdot \epsilon}{N_0} \right] S \cdot I \cdot d \dots\dots\dots \text{（式 6-10）}$$

式中，

$C_{O_3}$ ——臭氧生成率，g/s；

$C_{O_2}$ ——空气中氧的浓度系数，0.232；

G——空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，一般取 6；

C——单位时间单位电子束流强度的电荷数， $6.28 \times 10^{15} \text{mA}^{-1} \text{s}^{-1}$ ；

$N_0$ ——阿伏伽德罗常数， $6.02 \times 10^{23}$  个分子数/摩尔；

S——电子在空气中的线碰撞阻止本领，与电子能量相关，10MV 的电子为  $2.5 \text{keV/cm}$ ，6MV 电子为  $2.4 \text{keV/cm}$ ；

I——器外电子束流强度，mA；

d——电子在空气中运行的距离（或源皮距），m。

本项目 10 MV 电子加速器和 6 MV 电子加速器的器外电子束流强度 I 均按  $5 \times 10^{-3} \text{mA}$  计；电子在空气中运行的距离（即源皮距）d 均按 1m 计。可由上式计算出本项目医用电子加速器运行时臭氧的生成率分别为：

6MV 电子加速器： $8.37 \times 10^{-3} \text{mg/s}$ 。

10 MV 电子加速器： $8.71 \times 10^{-3} \text{mg/s}$ 。

在加速器运行时，治疗室内有臭氧不断生成，同时臭氧也在不断分解，治疗室的通风换气也在不断排出臭氧。当运行时间趋于无穷大时，治疗室内的臭氧量可达平衡，平衡量为（即最大量）：

$$C(p) = \frac{C_{O_3}}{\lambda + h} \dots\dots\dots \text{ (式 6-11)}$$

式中，

C (p) ——治疗室内臭氧的平衡量，mg；

$C_{O_3}$ ——臭氧生成率，mg/s；

$\lambda$ ——臭氧衰减的时间参数，臭氧为  $3.3 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ ；

h——单位时间内治疗室换气次数， $\text{s}^{-1}$ 。

本项目医用电子加速器治疗室的通风换气次数按 4 次/h 计，即 h 为  $1.11 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ ，由此可计算出本项目医用电子加速器治疗室内臭氧的平衡量（即最大量）为： $5.81 \text{mg}$ （6MV）和  $6.05 \text{mg}$ （10MV）。

本项目医用电子加速器治疗室体积分别为 260m<sup>3</sup> (6MV) 和 256 m<sup>3</sup> (10MV), 假设臭氧在治疗室内均匀分布, 则治疗室内臭氧最大浓度分别为 0.022 mg/m<sup>3</sup> (6MV) 和 0.024mg/m<sup>3</sup> (10MV)。

臭氧室内浓度限值按照《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2007)控制 MAC(最高容许浓度), 控制值为 0.30mg/m<sup>3</sup>; 外环境质量执行 GB3095-1996《环境空气质量标准》二级标准, 浓度限值 0.20 mg/m<sup>3</sup>。机房内附加臭氧经通风系统排入大气环境稀释后, 对工作人员和公众不会造成危害, 对大气环境中的臭氧浓度影响甚微。

### (2) DSA 系统及 III 类医用射线装置产生臭氧的影响分析

DSA 系统及 III 类医用射线装置因能量小, 每次曝光时间短, 因此臭氧产生量少。各辐射场所内附加臭氧经通风系统排入大气环境稀释后, 对工作人员和公众不会造成危害, 对大气环境中的臭氧浓度影响甚微。

### (3) <sup>192</sup>Ir 后装机运行产生臭氧的影响分析

γ 射线臭氧产额计算公式如下:

$$Q_o = 6.33 \times 10^{-4} \cdot A \cdot g \cdot V^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots \text{(式 6-12)}$$

式 6-12 中 A 为放射源活度, 单位为 Ci。若照射时间足够长, 浓度均匀, 室内臭氧饱和浓度可按下式估算:

$$C = Q_o \times T_v / V \dots\dots\dots \text{(式 6-13)}$$

式中: C 为室内臭氧浓度, mg/m<sup>3</sup>;

$Q_o$  为臭氧产额, mg/h;

V 为室内容积, m<sup>3</sup>;

$T_v$  为每次换气时间, h, 此处取 10min;

g 为空气每吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数, 本报告表中取 g=10。

按 <sup>192</sup>Ir 后装治疗室体积约 122m<sup>3</sup> 计算, 后装治疗室内附加臭氧最大饱和浓度为 4.29 × 10<sup>-4</sup> mg/m<sup>3</sup>, 低于《环境空气质量标准》(GB3095-1996)

中二级标准限值  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。 $^{92}\text{Ir}$  后装机机房内附加臭氧经通风系统排入大气环境稀释后，对工作人员和公众不会造成危害，对周围大气环境中的臭氧浓度影响甚微。

#### 2.2.2 声环境影响分析

项目运行过程产生的噪声，经采取隔声、基础减振、消声等降噪措施后，对本项目辐射工作场所外的声环境影响很小。

#### 2.2.3 水环境影响分析

本项目在运营期间产生的生活污水经该院预处理池处理后进入污水处理站处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》GB18466—2005表 2 中的预处理排放标准和《污水排入城市下水道水质标准》（CJ343-2010）后，经市政管网进入龙泉驿区陡沟河污水处理厂处理，最终排入陡沟河中，对项目所在地水环境影响甚微。

#### 2.2.4 固体废弃物影响分析

本项目运行期间产生的生活垃圾和医疗废物由符合规定的相关部门及时处理，不直接排入环境，对当地环境的影响程度较小。

小结：综上所述：项目在正常运营期间产生的各项非放污染物均能实现达标排放或实现清洁处理。

### 3.事故情况下的环境影响

#### 3.1 事故风险评价目的

本项目事故风险评价目的是分析、预测射线装置、放射源在使用过程中存在的潜在危险和有害因素，可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起电离辐射泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以防止辐射事故发生，尽量降低辐射事故后果的负面影响。

#### 3.2 事故风险识别

##### 3.2.1 危害因子

本项目辐射源为医用射线装置、铯-192 源，环境危害因子为  $\gamma$  射线、 $r$  射线。

##### 3.2.2 发生误照射的可能性

- (1)铯-192 密封源丢失、被盗或失控；
- (2)铯-192 后装治疗机在治疗中出现卡源，发生人员超剂量照射；
- (3)加速器运行时，无关人员误入治疗室，发生超剂量照射；
- (4)介入手术过程中，因误操作，导致手术人员超剂量照射；
- (5)维修加速器、DSA 系统、III 类射线装置时，维修人员受到超剂量照射。

#### 3.3 事故工况下的辐射影响分析

##### 3.3.1 铯-192 密封源丢失、被盗、失控

###### (1) 事故情景

① 铯-192 后装机治疗室防护门的防盗锁失效，医院视频监控人员因失职而发生铯-192 源被盗；

②假设铯-192 源（10Ci）以裸源形式（包壳未损）失控在外环境中；

###### (2) 事故等级

本项目拟用铯-192 放射源活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$  (10Ci)，属III类放射源。



根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条规定“较大辐射事故，是指类 III 放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。”，假若本项目发生铯-137 密封源丢失、被盗、失控事故，事故等级应为**较大辐射事故**。

### 3.3.2 卡源

#### (1) 事故情景

① 患者位于治疗室内，患者体内的施源器与输源管连接。放射源在传输过程中，卡在输源管道内，源于患者之间 20cm。

② 自动回源功能装置失效，工作人员穿铅衣（0.5mm 铅当量）入治疗室内采取手动回源措施，源与身体之间 40cm。

③ 患者因卡源照射时间约 2min 后，在工作人员的帮助下离开治疗室；工作人员进入治疗室处理卡源时间为 10 min。

④ 距源 1m 处 r 射线剂量率为 0.041Gy/h。

#### (2) 剂量估算

经计算，在假设事故情景下，患者受照剂量为 33.5mGy/次、工作人员受照剂量为 20.94 mGy/次（铅衣对 r 射线的减弱倍数按 2 倍考虑）。

#### (3) 事故后果

在上述事故情景假设条件下，卡源事故使工作人员、患者均已受到超过年剂量限值的照射。

#### (4) 事故等级

按照《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条规定，假若本项目发生卡源事故，事故等级为**较大辐射事故**。

### 3.3.3 加速器超剂量照射

#### (1) 事故情景

①10MV 直线加速器以额定参数运行，主射束方向上距靶 1m 处的  $\chi$  射线剂量率为 6Gy/min；

②加速器治疗室门-机联锁装置失灵，人员在加速器运行时误入治疗室位于而受到超剂量照射；

③误入人员位于加速器非主射束方向，在迷道内口距靶 5m 处，无任何屏蔽措施；

④事故持续时间 1min。

## (2)剂量估算

### ①预测模式

散射线辐射剂量按计算公式 6-4 计算。

### ②预测结果

经计算，在假设事故情景下，误入人员受照剂量为 3.29mGy/次。

### (3)事故后果

在上述事故情景假设条件下，误入人员（公众）已受到超过年剂量限值的照射。

### (4)事故等级

根据国家环保总局 2006 年 145 号《辐射事故分级》规定“一般辐射事故：指IV、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。”假若本项目发生此种事故，事故等级为**一般辐射事故**。

## 3.3.4 介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

### (1) 事故情景

① 在介入手术操作中，DSA 系统的控制系统失灵；

② DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，介入手术人员在距 X 射线管主射束方向进行介入手术操作；

③ 假定该名手术人员在此停留时间为 6min，穿铅衣等个人防护用

品（防护厚度 0.5mm 铅当量）。

### (2) 剂量估算

在上述条件下，若以基本标准表 G1.4 中入射体表剂量率 100 mGy/min 估算，得出术中误照人员受照剂量约为 21mGy/次（铅衣等对 X 射线的减弱倍数约为 2 倍，参见《放射学》，章仲候主编）。

### (3) 事故后果

在上述事故情景假设条件下，被 DSA 系统的 X 射线源误照人员已受到超过年剂量限值的照射。

### (4) 事故等级

根据国家环保总局 2006 年 145 号《辐射事故分级》规定“一般辐射事故：指 IV、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。”，假若本项目发生此种事故，事故等级应为**一般辐射事故**。

## 3.3.5 维修加速器、DSA 系统、III 类射线装置时，维修人员受意外照射

### (1) 事故情景假设

①设备维护人员在维护 DSA 系统 X 射线管或测量探测器时，突然发现射线管正处于出束状态，便立即离开中断电源；

②假若维护时，DSA 系统以透视模式（125kV、125mA）运行，距靶 1m 处的辐射剂量率为 1.53Gy/min；

③DSA X 射线系统上的指示灯和声音装置均失效；

④维护人员位于 X 射线主射束方向，距靶 1m 的地方，停留时间 1S，无任何屏蔽措施。

### (2) 剂量估算

根据上述条件，计算得出维护人员受照剂量为 25.5mGy/人次。

### (3) 事故后果

在上述事故情景下，维护人员已受到超过年剂量限值的照射。

#### (4)事故等级

根据国家环保总局 2006 年 145 号《辐射事故分级》规定，“一般辐射事故：是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。”假若本项目发生此种事故，事故等级应为一般辐射事故。

### 3.4 辐射事故预防与应急措施

#### 3.4.1 铯-137 密封源丢失、被盗和失控

##### (1) 事故预防

①后装机处于非工作期间，后装机机房的防护门应上锁，钥匙由专人负责保管；

②后装机在调试、运行、维修、换源、节假日期间，后装机机房的钥匙由专人负责保管；

③医院应指派专人负责铯-137 密封源在日常、检修和节假日期间的安全管理，定期检查放射源状态，并做有登记记录；

④该楼层应设值班医生；

⑤该楼层的适当位置应安装摄像头，后装治疗室防护门应在摄像范围内，由医院保安人员 24h 视频监控。

##### (2) 应急措施

①当发生铯-137 密封源被盗、丢失、失控时，事故发现者应保护现场，按医院内的报告程序迅速上报医院辐射安全与放射防护管理委员会。该委员会接到报告后，应立即启动辐射事故应急预案。事故应急处理人员到现场后立即疏散现场无关人员，设置警戒区并在边界设置警示标志，禁止无关人员进入；

②事故发生后，应在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，并向当地环境保护主管部门和公安部门报告；

③医院应协助公安、环保主管部门对丢失、被盗、失控的铯-137 密

封源进行侦察和追缴。

### 3.4.2 卡源事故

#### (1) 事故预防

①施源器的形状、结构设计以及材料选择应适应靶区的解剖特点，保证放射源在其中正常驻留或运动；

②连接施源器各通道与施源器的放射源传输管道及施源器应尽量平滑，具有可允许的最小曲率半径，以保证放射源传输畅通无阻；

③连接施源器与放射源传输管道时，必须使接头衔接严密、牢固，防止放射源冲出或脱落；

④必须在生产厂家给出的放射源最大安全传输次数内，不发生放射源脱落、卡源等故障；

⑤操作人员严格按照该台设备说明书要求操作。

#### (2) “卡源” 事故应急措施

①迅速启动控制台紧急回源按钮进行紧急回源；

②若紧急回源不能成功，则迅速打开驱动机构两侧的盖板，用手动回源把手收回放射源至贮存位置，直到贮位限位开关被压下；

③若手动回源不成功，则必须由辐射工作人员佩戴个人剂量计进入治疗室，迅速将施源器与放射源一起从患者体内取出放入应急容器内；

④将患者迅速移出治疗室，关闭治疗室门，切断机器电源，并通知生产厂家处理。

### 3.4.3 射线装置误照事故

#### (1) 事故预防

为防止项目在运行期间、检修维护期间发生辐射事故，项目单位应做好下列事故防范工作：

①单位领导对辐射安全防护应有足够重视。辐射工作人员应加强安全意识和岗位责任心，并严格按射线装置的操作规程执行操作；

②在操作射线装置时要始终注意安全。辐射工作人员必须对该设备具有足够的了解，能够识别任何可能导致危险的故障。如果发生故障或发现存在安全问题，在授权人员修复故障之前，不得使用该设备；

③为保证持续安全的操作，应按相关要求对设备进行定期维护；

④做好辐射工作人员和患者的防护工作；

⑤射线装置的钥匙由指定医师控制；

⑥加强环境保护科普宣传教育工作，普及辐射防护预防常识，增强公众的防范意识和相关心里准备，提高公众的防范能力。

## (2)应急措施

假若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

①发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向医院主管领导报告；

②医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施；

③事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告；

④最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

## 3.5 辐射事故应急预案制定的要求

中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”。应急方案的内容应包括：

(1)应急机构和职责分工；

- (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)辐射事故信息公开、公众宣传方案。

由于锦江院区的辐射设备及人员均为新增加，且本项目可能发生的辐射事故类型、风险程度和范围已超出了人南院区辐射事故应急措施的应急范围，为此，**环评要求**，项目单位应结合本项目实际情况，制定锦江院区辐射事故应急预案。应急预案的内容要具有针对性和可操作性，应由医院有组织能力的人员担任辐射事故应急指挥小组组长。针对本项目发生的辐射事故，启动该预案后就能控制事故，及时制止事故的恶化，降低辐射事故后果的负面影响。

安全医疗，重在防范，医院必须严格遵守中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、国务院令第449号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关的规定，严格按照医院制定的相关规章制度执行。将安全和防范措施落实到工作中的各个细节，防患于未然。

#### 4. 申请者辐射工作能力

结合《辐射安全许可证》发放条件、中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环保部核技术利用单位现场检查内容的要求和中华人民共和国环境保护部令第3号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，对申请者申请辐射工作种类和范围的能力分析如下：

##### 4.1 辐射安全与环境保护管理机构

项目单位建立有由院长直接负责的辐射安全与放射防护管理委员会（附件6），直接负责全院辐射安全与环境保护管理工作。

环评认为，医院对现有的辐射安全与放射防护管理委员会的成员组成应进行调整，基本组成成员应涵盖核技术应用项目涉及的相关部门和科室，以便于加强对人南院区、锦江院区辐射安全与放射防护的监督管理。在此基础上，该机构设置满足要求。

##### 4.2 辐射工作人员配置

###### 4.2.1 辐射安全培训

中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定，项目单位应对直接使用活动的操作人员及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训，再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范，以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。项目单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

环评认为，按照上述规定，项目单位应尽快安排现有辐射工作人员参加四川省环保厅组织的辐射安全和防护知识的培训，并取得辐射安全培训合格证；对于本项目辐射工作人员应在本项目竣工环保验收前完成四川省环保厅组织的辐射安全和防护知识的培训，并取得辐射安全培训



合格证，持证上岗，并建立个人培训档案。

#### **4.2.2 职业人员的个人剂量管理**

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

#### **4.2.3 职业健康检查**

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

综上所述，环评认为，项目单位按上述要求对本项目辐射工作人员进行培训考核、职业健康检查和个人剂量监测等管理之后，其配置的辐射工作人员是满足要求的。

#### **4.3 辐射工作场所与安全措施**

本次环评的医用射线装置和铯-137 后装机均设有固定的辐射工作场所。辐射场所拟设有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射（如门灯连锁、紧急制动装置、警告标志、工作状态指示灯等）安全措施。

环评认为，项目单位对拟增辐射工作场所严格按照设计方案施工建设，并在辐射工作场所设置“表五”中所述的相应辐射安全措施之后，辐

射工作场所的设置和安全措施的采用是满足要求的。

#### 4.4 个人剂量计、辐射环境监测仪器配置

个人剂量计：本项目辐射工作人员均拟配有个人剂量计。

个人剂量报警仪：加速器操作人员、后装机的操作人员、物理师和维修师均拟配个人剂量报警仪。

辐射环境监测设备：锦江院区配置 1 台便携式 X-r 辐射剂量仪。

环评认为，项目单位为本项目配备的个人剂量监测设备和环境监测仪器是适宜的。

#### 4.5 辐射安全管理制度

本项目拟制定的管理制度有：

- 1、操作规程（新增种类辐射设备）；
- 2、岗位职责；
- 3、辐射防护和安全保卫制度（包含保安管理）；
- 4、放射源台账登记制度；
- 5、质量保证大纲和质量控制检查计划；
- 6、放射性“三废”管理规定；
- 7、放射源管理制度（转让、使用、更换、返回、送贮等）；
- 8、校验源管理制度。

项目单位在拟制定上述管理制度的同时，还应结合本次新增使用的射线装置和放射源，完善原有的辐射安全管理制度（辐射安全管理规定、操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、射线装置台账登记制度、X 线诊断中受检者防护规定、辐射事故应急预案。），使之切实可行而又符合环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序、《辐射安全许可证》发放条件和中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理

办法》等管理规定，在此基础上，环评认为，项目单位具有的管理制度是符合要求的。

#### 4.6 辐射事故应急措施

项目单位拟制定的锦江院区辐射事故应急预案，其内容符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第四十三条辐射事故应急预案规定，并具有针对性和可操作性，针对本项目可能发生的辐射事故，启动该预案后能控制事故，及时制止事故的恶化，上报渠道畅通，这样的预案才是可行的。

#### 4.7 辐射工作能力综合评价结论

结合《辐射安全许可证》发放条件、中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环保部核技术利用单位现场检查内容及中华人民共和国环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，将本项目拟采取的辐射安全防护设施和制定的辐射管理制度列入表 6-13、表 6-14、表 6-15、表 6-16、表 6-17 中并进行对照分析。

表 6-13 本项目医用电子直线加速器辐射安全防护设施和管理制度对照分析表

项 目	设计情况	环评要求
辐射安全防护设施		
控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	拟有 /
	控制台有紧急停机按钮	拟有 /
	电视监控与对讲系统	拟有 /
	治疗室门与束溜联锁	拟有 /
	治疗室内准备出束音响提示	拟有 /
警示装置	入口电离辐射警示标志	拟有 /
	入口有加速器工作状态显示	拟有 /
照射室 紧急设施	紧急止动按钮	拟有 /
	紧急照明或独立通道照明系统	拟有 /
	治疗室内有紧急停机按钮	拟有 /
	治疗床有紧急停机按钮	自带
监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪	拟有 /
	便携式辐射剂量仪器仪表	拟配备 /
	个人剂量报警仪	拟配备 /
	个人剂量计	拟配备 /
其它	治疗室门防夹人装置	/ /
	通风系统	拟有 /
	火灾报警仪	拟配备 /
	灭火器材	拟配备 /
管理制度		
综合	辐射安全管理规定	已制定 应完善
场所设施	操作规程	拟制定 /
	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定
监测	监测方案	已制定 应完善
	检测仪表使用与校验管理制度	已制定
	校验源管理制度	拟制定 /
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定 应完善
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定
应急	辐射事故应急预案	拟制定 /
三废	放射性“三废”管理规定	拟制定 /

表 6-14 本项目 DSA 系统辐射安全防护设施和管理制度对照分析表

项目	设计情况	环评要求	
辐射安全防护设施			
场所设施	操作位局部屏蔽防护措施	拟有	/
	医护人员的个人防护	拟有	/
	患者防护	拟有	/
	观察窗屏蔽	拟有	/
	机房防护门窗	拟有	/
	通风设施	拟有	/
	入口处电离辐射警告标志	拟有	/
	入口处机器工作状态显示	拟有	/
监测设备	辐射水平监测仪表	拟配备	/
	腕部剂量计	/	/
	个人剂量计	拟配备	/
管理制度			
综合	辐射安全管理规定	已制定	应完善
场所设施	操作规程	已制定	
	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	
监测	监测方案	已制定	
	检测仪表使用与校验管理制度	已制定	
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
应急	辐射事故应急预案	拟制定	

表 6-15 本项目 III 类医用射线装置辐射安全防护设施和管理制度对照分析表

项目	设计情况	环评要求	
辐射安全防护设施			
场所设施	隔室操作或防护屏	拟有	/
	观察窗防护	拟有	/
	门窗防护	拟有	/
	候诊位设置合理或有合适的防护	拟有	/
	辅助防护用品	拟有	/
	通风设施	拟有	/
	入口处电离辐射警告标志	拟有	/
	入口处机器工作状态显示	拟有	/
其它	个人剂量计	拟配备	/
	灭火器材	拟配备	/
管理制度			
综合	辐射安全管理规定	已制定	应完善
场所设施	操作规程	已制定	
	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	
监测	监测方案	已制定	
	检测仪表使用与校验管理制度	已制定	
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
	X 线诊断中受检者防护规定	已制定	
应急	辐射事故应急预案	拟制定	/

表 6-16 本项目钷-192 后装机治疗辐射安全防护设施和管理制度对照分析表

项目	设计情况	环评要求	
辐射安全防护设施			
装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	拟有	/
	施源器与源联锁	后装机自备	/
	管道遇堵自动回源	后装机自备	/
	仿真源模拟运行	后装机自备	/
	主机外表电离辐射警示标志	后装机自备	/
	控制台显示放射源位置	后装机自备	/
	控制台有紧急停止照射按钮	后装机自备	/
	停电或意外中断照射时自动回源装置	后装机自备	/
	手动回源措施	后装机自备	/
场所安全设施	治疗室固定式辐射水平监测仪	拟有	/
	治疗室有迷道	拟有	/
	治疗室门与出源联锁	拟有	/
	放射源返回储源器的应急开关	拟有	/
	治疗室电视监控与对讲装置	拟有	/
	入口电离辐射警示标志	拟有	/
	入口有加速器工作状态显示	拟有	/
	停电或意外中断照射时声光报警	拟有	/
	通风设施	拟有	/
	火灾报警仪	拟有	/
	个人剂量计	拟配备	/
	个人剂量报警仪	拟配备	/
	放射源贮存	后装源专用贮存罐	拟有
双人双“锁”		拟有	/
防盗门		拟有	/
管理制度			
综合	辐射安全管理规定	已制定	应完善
场所设施	操作规程	拟制定	/
	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	应完善
	保安管理制度	拟制定	/
	放射源管理制度（转让、使用、更换、返回、送贮等）	拟制定	/
监测	监测方案	已制定	应完善
	检测仪表使用与校验管理制度	已制定	
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
应急	辐射事故应急预案	拟制定	/

表 6-17 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环境保护部令第 3 号要求	项目实际情况	评价结果
1	使用 I 类、II 类、III 类放射源, 使用 I 类、II 类射线装置的, 应当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; 其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设有专门的辐射安全与放射防护管理委员。	完善后, 满足要求
2	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。	辐射工作人员拟参加四川省环保厅组织的辐射安全与防护的培训与考核, 持证上岗	培训后, 满足要求。
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	在后装机机房内, 拟有后装源专用贮存罐。	满足要求
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯, 控制台上设紧急止动开关等安全措施。	满足要求
5	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, 包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应有表面污染监测仪。	拟配个人剂量计、拟配个人剂量报警仪、拟配有便携式辐射监测仪。	满足要求
6	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟制定操作规程、岗位职责、放射源管理制度等。原有辐射安全管理制度需完善。	完善后, 满足要求
7	有完善的辐射事故应急措施。	拟制定锦江院区辐射事故应急预案	满足要求
8	产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。 使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位, 还应当配备质量控制检测设备, 制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划, 至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	拟有放射性“三废”管理规定; 拟配质量控制检测设备; 拟配医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。 需完善“质量保证大纲和质量控制检测计划”。	完善后, 满足要求

对照《辐射安全许可证》发放条件、中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和环保部核技术利用单位现场检查内容，从表 6-13~表 6-17 中评价结果可看出，对于本项目而言，在综合管理方面项目单位应完成以下工作：

1、医院对现有的辐射安全与放射防护管理委员会的成员组成应进行调整，基本组成成员应涵盖核技术应用项目涉及的相关部门和科室；

2、本项目辐射工作人员在上岗前应参加四川省环保厅组织的辐射安全与防护的培训与考核，持证上岗；

3、制定新增辐射设备管理制度（如操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度（包含保安管理）、放射源台账登记制度、质量保证大纲和质量控制检查计划、放射性“三废”管理规定、放射源管理制度（转让、使用、更换、返回、送贮等、校验源管理制度。）；

4、完善原有辐射安全管理制度；

5、制定锦江区辐射事故应急处理预案。

环评认为，项目单位完成上述工作等之后，具备了中华人民共和国环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用 II、III 类射线装置、使用 III 类放射源的许可条件和管理能力。



## 5.结论与建议

### 5.1 结论

#### 5.1.1 项目概况

四川大学华西第二医院锦江院区位于成都市锦江区三圣乡成龙路以南、银木街以东、杨树街以西、紫罗兰路以北。

项目申请在四川大学华西第二医院锦江院区使用 II、III 类射线装置、III 类放射源的辐射安全许可。其中，申请在肿瘤放射治疗中心使用 II、III 类射线装置、使用 III 类放射源（6MV 医用电子直线加速器 1 台、10MV 医用电子直线加速器 2 台、计算机 X 线断层扫描（CT）大孔径定位机 1 台、DR 模拟定位机 1 台；铯-137 后装机 2 台，单台拟装源活度  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ 。），在放射科使用 II、III 类射线装置（单板数字减影血管造影系统 2 套、计算机 X 线断层扫描（CT）机 2 台、数字 X 线摄影（DR）系统 4 套、数字化胃肠造影机 1 台、数字化泌尿生殖系统造影机 1 台、骨密度测定仪 1 台、数字化乳腺摄影机 1 台、移动式医用诊断 X 射线机 2 台），在体检科 X 光室使用 III 类射线装置（数字 X 线摄影（DR）系统 1 套），在护理部杂交手术室使用 II 类射线装置（单板数字减影血管造影系统 1 套）。

本项目新增使用的射线装置和放射源将用于医用放射治疗、血管造影与介入治疗以及医学影像检查与诊断。项目总投资 10410.315 万元，其中环保投资 1275.315 万元，占总投资 12.25%。

#### 5.1.2 产业政策符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 9 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，符合国家产业政策。

#### 5.1.3 项目选址与平面布置的合理性

##### 5.1.3.1 项目选址的合理性分析

本项目各辐射场所位置的设置，在保障辐射安全的条件下，从便于医院在辐射防护和安全管理、便于病人就诊和治疗、医务人员工作联系的角度而言，项目的选址是合理可行的。

#### 5.1.3.2 项目平面布局的合理性分析

从便于分区划分、便于辐射管理及满足安全诊疗的角度来看，本项目辐射场所的平面布置是合理的。

#### 5.1.4 辐射环境质量现状

现场监测数据表明：项目所在地的 X- $\gamma$  射线空气吸收剂量率与成都市天然贯穿辐射水平基本一致，辐射环境本底属于正常水平。

#### 5.1.5 项目正常运行工况下的环境影响

##### 5.1.5.1 辐射影响结果

在预测条件下，本项目拟用的射线装置和放射源在正常运行期间，所致辐射工作人员（加速器操作人员、后装机操作人员和介入手术人员固定，不交叉操作辐射设备）年有效剂量最大值为 4.20mSv，低于职业照射剂量约束值 6mSv/a；所致公众年有效剂量最大值为 0.221mSv，低于公众照射剂量约束值 0.3mSv/a。满足本次评价标准要求。

##### 5.1.5.2 臭氧的环境影响

各辐射单元产生的附加臭氧饱和浓度均低于《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中二级标准限值 0.2mg/m<sup>3</sup>。经采用机械通风措施排入大气环境稀释后，对工作人员和公众不会造成危害，对周围大气环境中的臭氧浓度影响甚微。

#### 5.1.6 事故工况下环境影响

经预测，假若本项目发生辐射事故，则最大事故等级为较大辐射事故。环评认为，项目单位按相关规定和本环评要求，制定具有可操作性、可行性的《辐射事故应急预案》之后，可适用于本项目发生的辐射事故的应急处置，能降低辐射事故后果的负面影响。

### 5.1.7 辐射工作能力综合评价结论

本项目新增使用的射线装置和放射源均设有专门的辐射工作场所，并配有相应的安全防护设施。配有相适宜的个人剂量监测设备和辐射环境监测设备，制定有相应的管理制度等。环评认为，项目单位应尽快组织辐射工作人员参加四川省环保局举办的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；完善原有辐射安全管理制度、质量保证大纲和质量控制检测计划、辐射事故应急处理预案等之后，基本具备了中华人民共和国环境保护部令第3号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用 II、III 类射线装置、使用 III 类放射源的许可条件。

### 5.1.8 总体可行性

本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布置合理，区域辐射环境质量现状符合当地实际。在落实本报告提出的各项环保及辐射防护措施后，使用射线装置和放射源产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，辐射工作人员和公众的照射剂量满足国家规定的年有效剂量限值和本评价采用的剂量约束值。

项目申请在四川大学华西第二医院锦江院区使用 II、III 类射线装置、III 类放射源的辐射安全许可。其中，申请在肿瘤放射治疗中心使用 II、III 类射线装置、使用 III 类放射源，在放射科使用 II、III 类射线装置，在体检科 X 光室使用 III 类射线装置，在护理部杂交手术室使用 II 类射线装置。

本次评价认为，四川大学华西第二医院申请从事辐射工作的种类、范围和场所满足辐射安全相关要求，具备使用 II、III 类射线装置、III 类放射源的相关能力。项目的建设从环境保护和辐射环境安全的角度而言是可行的。

## 5.2 要求与建议

### 5.2.1 要求：

1、各辐射场所在建设过程中，应注意以下问题：

(1)穿过辐射工作场所屏蔽墙的各种管道和电缆线弯成 S 形或 U 形，不要正对辐射源和工作人员经常停留的地点。

(2)为防止辐射泄漏，防护门与墙的重叠宽度不少于空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度不少于空隙的 10 倍（部位：地轨、门梁、左右门框）。

(3)加速器机房、后装机机房的混凝土屏蔽墙、顶部及底部必须采取一次性连续浇灌，避免形成冷缝。

(4)室外进风口、排风口位置的设置应符合相关标准的设计规范。排风口附近区域应尽量禁止有人员活动。

(5)加速器治疗室、后装机治疗室内通风换气系统进、排风口的设置：进风口：靠近室内顶部；吸气口最好是设在加速器的下方。

2、应增加 DSA 手术组的数量或减少 DSA 系统的照射时间，尽可能减少介入手术人员的照射剂量。

3、应加强辐射工作人员的个人剂量管理，尤其是介入手术人员的个人剂量，若发现季度监测数据或年统计数据异常，应及时查找原因。

4、增加辐射安全与放射防护管理委员会的人员组成。

5、应尽快安排医院现有辐射工作人员及本项目辐射工作人员参加四川省环保厅组织的辐射安全与防护的培训与考核，持证上岗并建立个人培训档案。

6、新建管理制度（操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度（包含保安管理）、放射源台账登记制度、质量保证大纲和质量控制检查计划、放射性“三废”管理规定、放射源管理制度（转让、使用、更换、返回、送贮等、校验源管理制度。）。)

7、根据国家和地方最新出台的法律法规，完善原有辐射安全管理制度。

8、制定锦江区辐射事故应急处理预案。

9、结合新增使用的放射源和射线装置，应建立健全医院辐射环境安全管理档案，及时更新射线装置台账和建立放射源台账。

10、项目单位在购买放射源时，应与供源单位签订废旧放射源返回协议；并在放射源闲置或废弃后3个月内，将废旧放射源交回供源单位。

11、废旧放射源处置前，应通知当地环保局，便于当地环保局对放射源的监管。

12、医院应对使用的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，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。

13、医院应按相关规定到四川省环保厅办理《辐射安全许可证》许可内容的变更，办理前应登陆 <http://rr.mep.gov.cn/> 全国核技术利用辐射安全申报系统提交相关资料。

#### 5.2.2 建议：

1、经常检查各辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若警告标志出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

2、为介入治疗人员配备腕部剂量计。



## 注 释

### 一、附图：

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 锦江院区总平面布置及外环境关系图；

附图 3 门急诊医技住院楼地下一层平面布置图（放疗中心所在层）；

附图 4 放疗中心在地下一层平面布置及外环境关系图；

附图 5 放疗中心在紫罗兰路入口层辅助用房区域图；

附图 6 门急诊医技住院楼一层（成龙路入口层，放射科所在层）平面布置图；

附图 7 门急诊医技住院楼二层局部（放射科楼上区域）平面布置图；

附图 8 三层体检科 X 光室平面布置及外环境关系图；

附图 9 五层杂交手术室平面布置及外环境关系图；

附图 10-1 住院楼十层（照片检查室所在楼层）平面布置图；

附图 10-2 住院楼十一层（照片检查室所在楼层）平面布置图；

附图 11 加速器、后装机、模拟机机房结构图；

附图 12-1 放射科射线装置机房平面图

附图 12-2 放射科射线装置机房剖面图

附图 13 杂交手术室结构图；

附图 14 体检科 X 光室结构图；

附图 15 住院楼十层、十一层照片检查室结构图；

附图 16 放疗中心通风防排烟风管平面布置图；

附图 17 放射科风管平面布置图。

### 二、附件：

附件 1 辐射安全许可证；

附件 2 委托书；

附件 3 项目执行标准；

附件 4 监测报告；

附件 5 《四川大学华西第二医院锦江院区环境影响报告书》批复；

附件 6 辐射安全与放射防护管理委员会。