

表 1 项目基本情况

建设项目名称		陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目			
建设单位		陕西省勉县医院			
法人代表	张存	联系人	李斌	联系电话	18691665277
注册地址		陕西省汉中市勉县定军山镇绿缘路			
项目建设地点		勉县定军山镇绿缘路陕西省勉县医院东北侧肿瘤放疗中心楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	3000	项目环保投资 (万元)	92	投资比例 (环保投资/总投资)	3.07%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	655
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input checked="" 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	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 type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/				
<p>1. 项目概述</p> <p>1.1.1 项目背景</p> <p>1.1.1.1 医院简介</p> <p>陕西省勉县医院始建于 1950 年，是陕南地区集医疗、科研、教学、急救、预防、保健等多项业务为一体的现代化“二级甲等”综合医院。医院占地 60 亩，建筑面积 68000m<sup>2</sup>，设置病床 600 张，设有 37 个临床（医技）科室和一个 120 急救中心。</p>					

### 1.1.1.2 核技术应用的目的是任务

陕西省勉县医院在院区东北侧建设了 1 座肿瘤放疗中心楼（地上 2 层），新建肿瘤放疗中心项目（机房及附属用房）已填报建设项目环境影响登记表进行备案，备案号：20226107250000044。肿瘤放疗中心楼目前已完成主体建设。

肿瘤放疗中心楼地上一层建设有 1 间 10MV 医用电子直线加速器机房、1 间预留机房和 1 间 CT 模拟定位机房及其他辅助功能用房。

2022 年医院委托西安旭奥环境科技有限公司对肿瘤放疗中心 10MV 医用电子直线加速器和 CT 模拟定位机房进行了核技术利用项目环境影响评价并取得了汉中市生态环境局关于该项目的批复（汉环批字〔2022〕30 号）。肿瘤放疗中心 1 间预留机房与已评价的直线加速器机房对称设置，机房布局与屏蔽防护均与直线加速器机房一致。结合医院实际情况，医院计划在该预留机房内安装使用 1 台后装治疗机，并对周围辅助用房进行改建，使其符合后装治疗机开展治疗工作时对功能用房的需求。

后装治疗机使用 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源，医院安装时源活度不大于  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，根据《关于发布〈放射源分类〉办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）相关规定，后装治疗机使用的  $^{192}\text{Ir}$  为 III 类放射源，后装治疗机利用其产生的  $\gamma$  射线（平均能量 0.37MeV）对病变组织进行近距离后装治疗。

### 1.1.1.3 项目由来

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”中“……使用 II 类、III 类放射源……”应编制环境影响报告表。因此，本项目应编制环境影响报告表。

西安旭奥环境科技有限公司接受陕西省勉县医院委托，承担对本项目的环境影响评价工作。接受委托后，我公司组织技术人员进行现场勘察调查，收集、整理有关资料，对项目的建设情况进行了初步分析，并根据建设项目的应用类型及所在地周围区域的环境特征，在现场勘察、资料调研、预测分析的基础上，按照按照《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》（HJ10.1-2016）的基本要求，编制了《陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表》。

### 1.1.2 实践正当性分析

后装治疗从传统的妇科领域扩展到能对人体各部位多肿瘤的治疗，治疗技术涉及到腔管，腔内、组织间，插入和贴敷，术中等多种施治技术。后装照射可使病灶区获得很高的剂量而又很好地保护周围正常组织，医务人员通过遥控操作，减少了工作人员不必要的受照。

本项目产生的辐射给患者及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，故本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的要求。

### 1.1.3 产业政策合理性

按照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号，2021 年 49 号令修改）“第一类鼓励类”中的“六、核能-同位素、加速器及辐照应用技术开发”的规定，本项目后装治疗机属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

### 1.1.4 项目概况

#### 1.1.4.1 建设规模

医院拟在院区东北侧肿瘤放疗中心（地上 2 层）的一间预留机房安装使用后装治疗机，使用 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源开展放射治疗工作。肿瘤放疗中心总占地面积约 655m<sup>2</sup>，主要包括：本次后装治疗机拟安装位置所在的预留机房（以下简称“后装机房”）、1 间医用电子直线加速器机房和 1 间 CT 模拟定位机房，三间机房东西向呈“一”字型并列设置在肿瘤放疗中心一层南侧。

#### (1) 放射源使用情况

本次环评后装治疗机拟使用放射源相关参数详见表 1-1。

表 1-1 后装治疗机使用放射源相关参数一览表

设备名称	数量	型号、类别	具体参数	用途	工作场所
后装治疗机	1	RL-HZJ 18 型、III 类放射源	1 枚 $^{192}\text{Ir}$ 放射源，医院安装时源活度不大于 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ (10Ci) <sup>注</sup>	放射治疗	肿瘤放疗中心一层后装机房

注： $^{192}\text{Ir}$  放射源一般出厂最大活度为  $5.55 \times 10^{11}\text{Bq}$  (15Ci)，源运至医院安装使用时活度一般不超过  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$  (10Ci)。

#### (2) 改建情况

医院拟在预留机房安装使用后装治疗机，机房现有的屏蔽措施维持原状，对后装机房周围辅助用房进行改建，使其符合后装治疗机开展治疗工作时对功能用房的需求。

具体改建情况为：机房北侧自东向西原水冷机房、辅助机房和控制室调整为控制室、清洗间和准备间；后装机房和西侧加速器机房以北更衣准备区及过道设置隔墙和门分隔；过道北侧一间诊室调整为抢救室。

改建前肿瘤放疗中心一层平面布局图见图 1-1，改建后肿瘤放疗中心一层平面布局图见图 1-2，肿瘤放疗中心二层平面布局图见图 1-3。

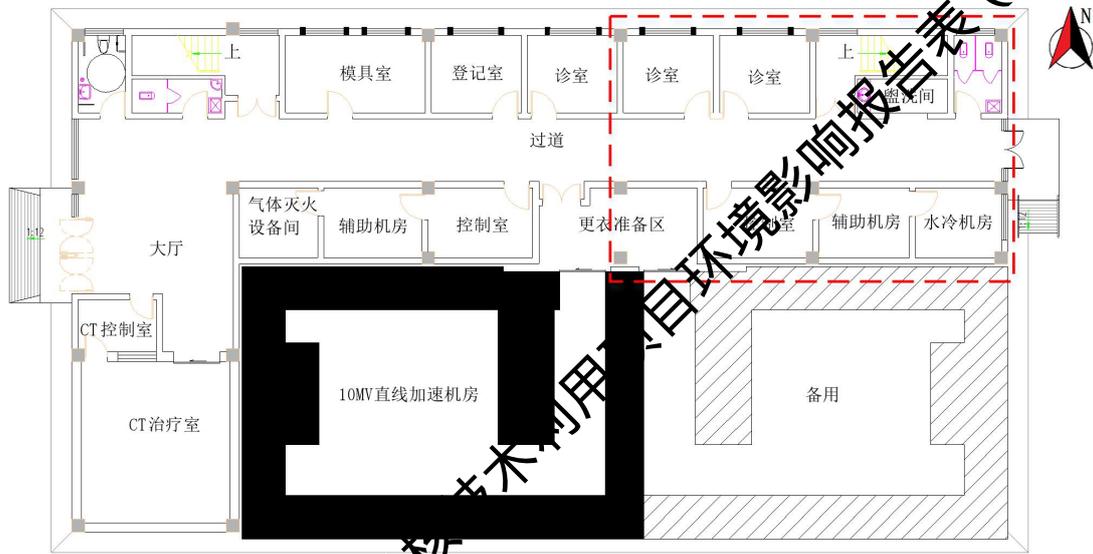


图 1-1 肿瘤放疗中心一层平面布局图（改建前）

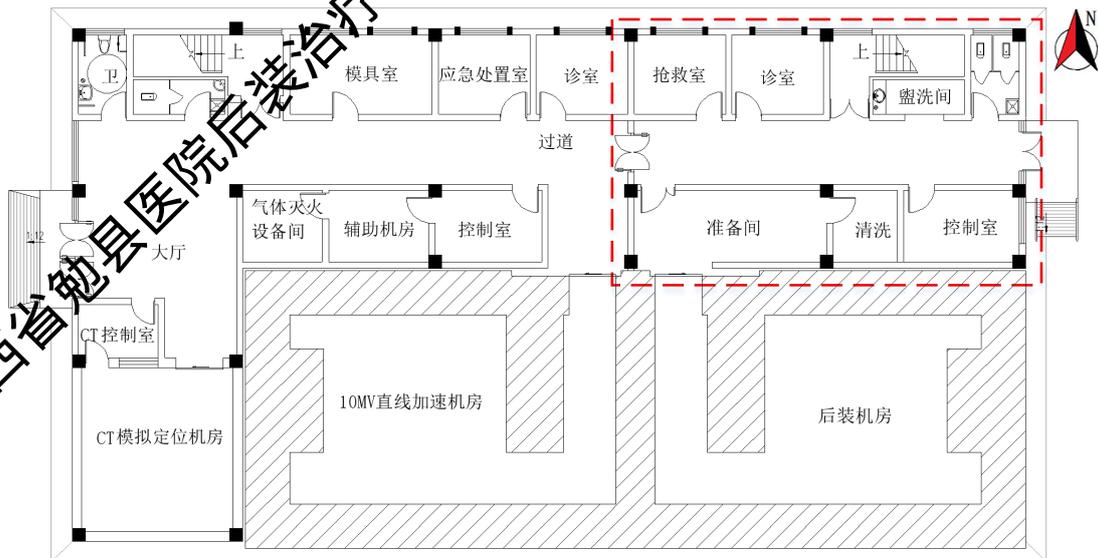


图 1-2 肿瘤放疗中心一层平面布局图（改建后）

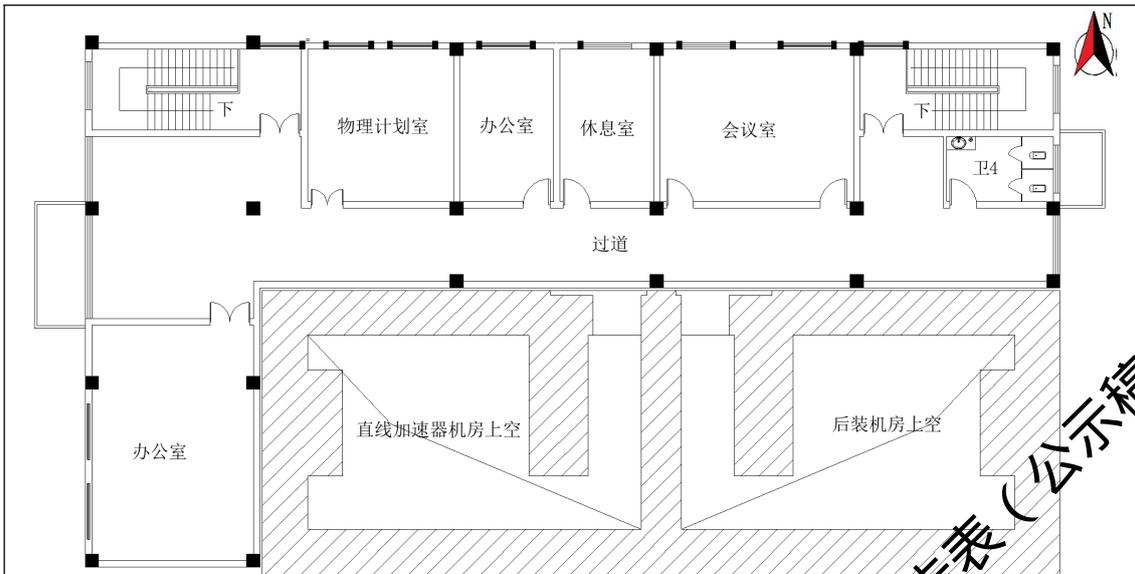


图 1-3 肿瘤放疗中心二层平面布局图

根据医院提供的图纸，后装机房的屏蔽情况见表 1-2。

表 1-2 后装机房的屏蔽情况

机房	位置		屏蔽情况
后装机房	机房有效使用面积及净高		有效使用面积约 51.1m <sup>2</sup> (长 7.3m×宽 7.0m)，机房净高 4.0m
	东墙		厚 1.7m~3.0m 混凝土
	西墙	迷道内墙	厚 2.2m 混凝土
		迷道外墙 (与西侧加速器机房共用)	厚 1.5m 混凝土
	南墙		厚 1.7m 混凝土
	北墙		厚 1.7m 混凝土
	屋顶		厚 1.7m~3.0m 混凝土
	防护门		5mmPb

注：①机房墙体采用钢筋混凝土浇筑，现浇混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ；②机房地下为土层。

### 1.1.5 劳动定员及工作负荷

#### 1.1.5.1 劳动定员

本项目拟新增 5 名辐射工作人员，只负责本项目后装治疗机的操作使用。

#### 1.1.5.2 工作负荷

本项目实行 8 小时工作制度，年工作 250d。

后装机投入使用后预计每天治疗人数 10 人，每周工作时间为 5d，年工作时间 250d，则年治疗人数为 2500 人。每位患者的治疗时间最多为 6min，医生摆位时间平均约 2min，周治疗照射时间为 5h。

## 1.1.6 项目选址及周边环境概况

### 1.1.6.1 医院周边环境关系

陕西省勉县医院位于陕西省汉中市勉县定军山镇绿缘路，地理坐标为经度：106.658730°，纬度：33.150080°。医院东侧为勉武路，南侧为绿缘路，西侧为医院新建精神病专科医院，北侧为江滨路。

医院地理位置见图 1-4，医院总平面布置及周边环境关系见图 1-5。

### 1.1.6.2 医院总平面布局

陕西省勉县医院建筑用地面积 68000m<sup>2</sup>，肿瘤放疗中心楼位于医院东北侧。肿瘤放疗中心楼东侧 17.2m 为医院外道路，南侧 6.9m 为医院高压氧站，西侧 28.5m 为医院新建住院楼，北侧 12.2m 为医院外江滨路。

### 1.1.6.3 项目选址合理性分析

本项目 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、道路空地，评价范围内无学校、集中居民区、饮用水源保护区等环境敏感区域，项目周围环境制约因素较小，选址合理。

后装机房位于肿瘤放疗中心楼一层，楼内主要布置放疗机房及相关辅助用房，不涉及民居、写字楼和商住两用的建筑物。肿瘤放疗中心楼为专为肿瘤病人设置的诊疗区域，最大限度避开了医护人员。根据医院总平面布置图，肿瘤放疗中心楼避开了儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，周围无人员流动性大的商业活动区域。后装机放射源在机房四周墙体及防护门的屏蔽下能有效衰减  $\gamma$  射线的强度，减少对机房周边公众及患者家属的影响。

综上，后装机房选址满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中选址相关要求。



图 1-4 陕西省勉县医院地理位置图

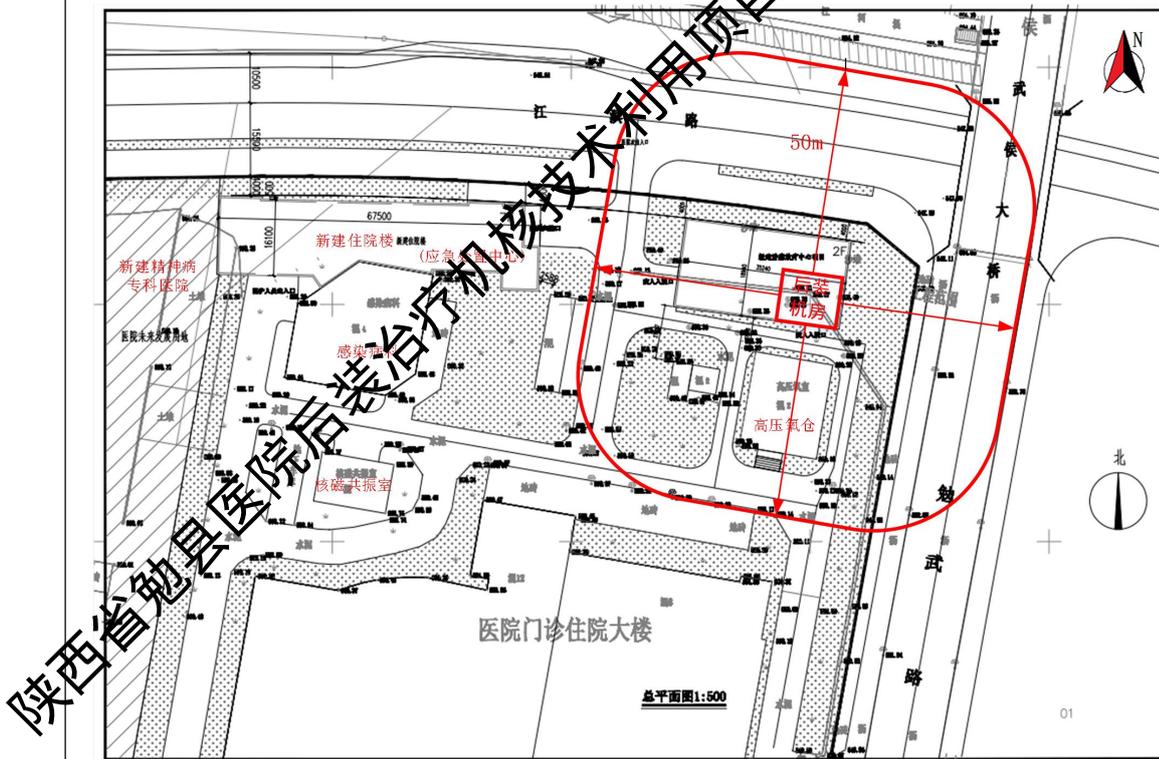


图 1-5 陕西省勉县医院总平面布置及肿瘤放疗中心周边环境图

## 1.2 医院已有核技术利用项目许可情况

### 1.2.1 辐射安全许可证

#### (1) 医院核技术利用项目历次环保手续履行情况

2017年3月21日陕西省勉县医院对其原有的5台Ⅲ类医用X射线装置,取得汉中市生态环境局(原汉中市环境保护局)关于陕西省勉县医院辐射安全许可证延续的批复(汉环批字〔2017〕28号),辐射安全许可证(陕环辐证〔70033〕)许可种类和范围为:使用Ⅲ类射线装置。

2019年12月26日,医院对其新增一台型号为Brivo XR316的DR机、一台型号为OPTIMA CT670的CT机和一台型号为SENOGRAPHE CRISTAL NOVA的乳腺机,在建设项目环境影响登记表备案系统填写了环境影响登记表进行备案,备案号:201961072500000159。

2020年3月12日,医院将其一台型号为OEC900 Elite的小C臂机搬迁至与介入室紧邻的手术室,在建设项目环境影响登记表备案系统填写了环境影响登记表进行备案,备案号:202061072500000018。

2020年9月2日医院对其新增Brivo OEC 715 移动X光机填写了环境影响登记表进行备案,备案号:202061072500000089。

2020年9月4日医院对其新增Digital Diagnost3 DR机、RAY68(M)牙片机、和PLX112B移动DR机填写了环境影响登记表进行备案,备案号:202061072500000091。

2020年10月28日,医院取得了汉中市生态环境局关于陕西省勉县医院重新申领辐射安全许可证的批复(汉环批字〔2020〕80号),更新换代4台原有Ⅲ类射线装置终止使用,并新增了7台Ⅲ类射线装置,重新申领的辐射安全许可证许可使用9台医用X射线装置,均为Ⅲ类射线装置。

2020年5月27日,医院取得了陕西省生态环境厅关于陕西省勉县医院新增数字减影血管造影机(DSA)项目环境影响报告表的批复(陕环批复〔2020〕129号),2020年12月10日,医院组织召开了该项目竣工环境保护验收会,同意通过该项目竣工环境保护验收。

2021年3月18日，医院对其新增一台型号为 ORTHOPHOSXG3 的口腔 CT 填写了环境影响登记表进行备案，备案号：20216107250000017。

2021年4月22日，医院取得了汉中市生态环境局核发的辐射安全许可证，许可使用II类、III类射线装置 11 台。

2022年9月13日，医院取得了汉中市生态环境局关于《陕西省勉县医院肿瘤放疗中心核技术利用项目环境影响报告表》的批复（汉环批字〔2020〕30号）。目前医院肿瘤放疗中心直线加速器手术室项目正在建设。

2023年2月13日，医院委托西安桐梓环保科技有限公司编制了《陕西省勉县医院新增 DSA 核技术利用项目环境影响报告表》，目前该项目已通过评审会，汉中市生态环境局 2023 年 6 月 7 日对该项目拟作出环境影响报告文件批复决定进行了公示。

2023年4月4日，医院对其搬迁 1 台、新增 1 台 III 类射线装置填写了环境影响登记表进行备案，备案号：20236107250000052。具体内容为将其门诊楼 1 层 CT1 室原有的一台 BrightSpeed Elite 型号的 CT 搬迁住院二部一楼 CT 室，在门诊楼一层 CT1 室新增 1 台 Revolution ACE ES 型 CT 机。

2023年6月10日，医院取得了汉中市生态环境局核发的辐射安全许可证，许可使用 1 台 II 类射线装置和 11 台 III 类射线装置。

表 1-3 医院现有核技术利用项目环保手续情况

序号	装置名称	工作场所	类别	数量	备注	环保手续
1	OPTIMA CT670 CT 机	门诊楼 1 层 CT2 室	III 类	1 台	使用	备案号： 201961072500000159
2	BRIVO XR316 DR 机	门诊楼 1 层 拍片 2 室	III 类	1 台	使用	备案号： 201961072500000159
3	RAY68(M) 牙片机	门诊楼 3 层 口腔科拍片室	III 类	1 台	停用 (损坏)	备案号： 202061072500000091
4	Brivo OEC 715 移动 X 光机	门诊楼 4 层 手术室 4	III 类	1 台	使用	备案号： 202061072500000089
5	PLX112B 移动 X 光机	门诊楼 4 层 手术室 5	III 类	1 台	使用	备案号： 202061072500000091
6	Brighthead Elite CT 机	住院二部一 楼 CT 室	III 类	1 台	使用	备案号： 202361072500000052

7	SENOGRAPHE 乳腺 X 线机	门诊楼 1 层 钼靶室	Ⅲ类	1 台	使用	备案号： 201961072500000159
8	OEC9900 Elite 移动 X 光机	门诊楼 1 层 介入室 2	Ⅲ类	1 台	使用	备案号： 202061072500000018
9	Digital Diagnost3 DR 机	门诊楼 1 层 拍片 1 室	Ⅲ类	1 台	使用	备案号： 202061072500000091
10	ORTHOPHOSX G3 口腔 CT	门诊楼 3 层 牙片室	Ⅲ类	1 台	使用	备案号： 202161072500000017
11	GE-Optima IGS 330 DSA	门诊楼 1 层 介入室 1	Ⅱ类	1 台	使用	陕环批复（2020）129 号 2020 年 12 月 10 日自 收
12	Revolution Ace ES 型 CT	门诊楼 1 层 CT1 室	Ⅲ类	1 台	使用	备案号： 202361072500000052
13	10MV 医用电子 直线加速器	肿瘤放疗中心 加速器机房	Ⅱ类	1 台	正在建设	陕环批字（2022）30 号
14	CT 模拟定位机	肿瘤放疗中心 CT 定位机房	Ⅲ类	1 台	正在建设	
15	DSA	陕西省勉县医 院新建精神病 专科医院南楼 一层东南角	Ⅱ类	1 台	组织环评	已决定批复公示

(2) 现有辐射安全许可证

陕西省勉县医院现有 12 台射线装置（Ⅱ类、Ⅲ类射线装置），于 2023 年 6 月 10 日取得了汉中市生态环境局核发的最新的辐射安全许可证，证书编号为：陕环辐证[70033]，有效期至 2028 年 6 月 9 日，许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。

医院辐射安全许可证上登记的核技术应用项目建设内容见表 1-4。

表 1-4 陕环辐证[70033]号许可使用射线装置情况

序号	装置名称	型号	类别	最大管电压 kV	最大管电流 mA	活动种类	工作场所
1	CT 机	OPTIMA CT670	Ⅲ类	140	560	使用	门诊楼 1 层 CT2 室
2	DR 机	BRIVO XR316	Ⅲ类	150	630	使用	门诊楼 1 层 拍片 2 室
3	牙片机	RAY68(M)	Ⅲ类	70	7	使用	门诊楼 3 层 口腔科拍片室
4	移动 X 光机	Brivo OEC 715	Ⅲ类	110	20	使用	门诊楼 4 层 手术室 4

5	移动 X 光机	PLX112B	Ⅲ类	120	20	使用	门诊楼 4 层 手术室 5
6	CT 机	Brighseed Elite	Ⅲ类	140	560	使用	住院二部一楼 CT 室
7	乳腺 X 线机	SENOGRAPHE CRYSTAL NOVA	Ⅲ类	150	125	使用	门诊楼 1 层 钼靶室
8	移动 X 光机	OEC9900 Elite	Ⅲ类	120	10	使用	门诊楼 1 层 介入室 2
9	DR 机	Digital Diagnost3	Ⅲ类	150	630	使用	门诊楼 1 层 拍片 1 室
10	口腔 CT	ORTHOPHOSX G3	Ⅲ类	90	16	使用	门诊楼 3 层 牙片室
11	DSA	GE-Optima IGS 330	Ⅱ类	125	1000	使用	门诊楼 4 层 介入室 1
12	CT	Revolution Ace ES	Ⅲ类	140	600	使用	门诊楼 1 层 CT1 室

### 1.2.2 辐射安全管理现状

陕西省勉县医院按照相关放射性法律、法规，配合各环保部门监督和指导下，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，辐射安全管理制度建立、落实良好，但在辐射工作人员体检及培训管理方面尚有不完善之处。

根据医院提供的资料，医院辐射安全管理现状如下：

#### (1) 辐射防护管理机构设置及制度情况

陕西省勉县医院已成立了以院长为组长的辐射防护安全领导小组，明确了机构成员组成、相关工作职责，并安排专人负责医院的辐射安全管理工作。

医院辐射工作管理逐步规范，制定了完善的规章制度，主要包括《陕西省勉县医院辐射事故应急预案》《辐射监测计划》《放射防护安全管理制度》《放射诊疗设备质量控制及防护检测制度》《放射工作人员放射防护培训管理制度》《放射工作人员职业健康管理制》《放射工作人员个人剂量检测管理制度》《防护用品管理制度》《放射防护档案管理制度》《放射诊疗设备管理制度》《放射诊疗设备保养、维护和检修制度》《放射诊疗设备质量控制及防护检测制度》《放射诊疗操作规程》《受检者辐射危害告知制度》《DSA 射线装置操作规程》《DSA 室工作人员岗位职责》《DSA 室工作制度》等相关规章制度，并在实际工作中予以贯彻落实，医院各项规章制度执行良好。

#### (2) 放射工作人员管理情况

根据陕西新高科辐射技术有限公司出具的 2022 年 5 月至 2023 年 4 月四期个

人剂量监测报告显示，医院现有辐射工作人员受到的年剂量最大值为 2.89mSv/a（赵进），均低于医院的职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

医院委托陕西新高科辐射技术有限公司对辐射工作人员进行了个人剂量监测，根据最近一期个人剂量监测报告，医院个人剂量送检人数为 65 人。

医院提供了 58 名辐射工作人员环保培训情况，具体情况见表 1-5：

表 1-5 辐射工作人员培训情况

辐射工作人员	参与 II 类射线装置使用人员	仅从事 III 类射线装置使用人员
人数	12 人	53 人
环保培训情况	3 人取得考核合格成绩单 1 人培训证书 23.9.25 到期 1 人培训证书过期 7 人未见培训资料	14 人取得考核合格成绩单 7 人培训证书 23.9.25 到期 32 人正在培训

针对医院辐射工作人员培训现状，从事 II 类射线装置使用活动的辐射工作人员，培训证书即将到期、已到期、未参加培训考核的人员需尽快参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的统一考核，并取得合格成绩单。

医院未提供 2 年内辐射工作人员职业健康检查结果报告。

(3) 工作场所及辐射环境监测情况

医院每年委托有资质单位对医院现有射线装置工作场所进行辐射环境监测。

2022 年 5 月和 6 月，医院委托浙江杭康检测技术有限公司对医院 10 台射线装置工作场所进行了检测并出具了检测报告（监测报告编号：HKJFJ220177-C）。

2023 年 1 月，医院委托浙江杭康检测技术有限公司对其新增 1 台 CT 工作场所进行了检测并出具了检测报告（监测报告编号：HKJFK220100-C）。

2023 年 3 月，医院委托陕西新高科辐射技术有限公司对其搬迁 1 台 CT 工作场所进行了检测并出具了检测报告（监测报告编号：FHJC-SXGK-072023009）。

检测结果汇总见表 1-6。

表 1-6 放射工作场所关注点最大 X、γ 辐射剂量率

序号	设备名称	工作场所	检测条件	关注点最大 X、γ 辐射剂量率 (μSv/h)	标准限值 (μSv/h)
1	OPTIMACT670 CT 机	门诊楼 1 层 CT2 室	120kV, 300mA	0.58	2.5

2 <sup>注</sup>	BrigthseedElite CT 机	门诊楼 1 层 CT1 室	120kV, 300mA	0.52	2.5
3	BRIVOXR316 DR 机	门诊楼 1 层拍片 2 室	120kV, 100mA	3.62	25
4	Digital Diagnost3 DR 机	门诊楼 1 层拍片 1 室	120kV, 100mA	0.43	25
5	BrivoOEC715 移动 X 光机	门诊楼 4 层手术室 4	76kV, 1.9mA	0.78	2.5
6	PLX112B 移动 X 光机	门诊楼 4 层手术室 5	88kV, 2.9mA	0.14	2.5
7	GE-Optima IGS 330 DSA	门诊楼 1 层介入室 1	87kV, 14.9mA	0.69	2.5
8	OEC9900Elite 移动 X 光机	门诊楼 1 层介入室 2	101kV, 2.7mA		2.5
9	ORTHOPHOSXG3 口腔 CT	门诊楼 3 层牙片室	口腔 CT 模式 85kV, 10mA	0.81	2.5
			牙科全景模式 90kV, 5mA	0.85	
			侧位模式 90kV, 12mA	0.86	
10	SENOGRAPHE 乳腺 X 射线机	门诊楼 1 层钼靶室	28kV, 80mAs	0.14	2.5
11 <sup>注</sup>	Revolution Ace ES CT 机	门诊楼 1 层 CT1 室	140kV, 350mA	1.76	2.5
12 <sup>注</sup>	BrigthseedElite CT 机 (搬迁)	住院二部一楼 CT 室	28kV, 80mAs	0.14	2.5
注: BrigthseedElite CT 机原安装在门诊楼 1 层 CT1 室进行了场所检测, 后该设备搬迁至住院二部一楼 CT 室进行了验收场所检测, 在门诊楼 1 层 CT1 室新增 1 台 Revolution Ace ESCT 进行了验收场所检测。					

根据检测报告结果, 2 台 DR 正常运行工况下, 机房外的周围剂量当量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h, 其余射线装置工作场所各检测点的周围剂量当量率均低于 2.5 $\mu$ Sv/h, 符合标准《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求。

1 台 RAY68(M)型牙片机已停用报废, 故未进行辐射工作场所监测, 医院应及时办理辐射安全许可证部分终止使用手续。

#### (4) 辐射安全评估报告

医院已编制并按时提交了《2022 年度辐射安全与防护状况年度评估报告》, 内容包括项目概况、辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制

度及措施的制定与落实情况、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、射线装置台帐、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况、其他有关法律、法规规定的落实情况、年度评估结论等内容。

### 1.2.2 针对医院现存问题提出改进建议

(1) 针对医院辐射工作人员培训情况，存在部分人员培训超过有效期、即将超过有效期以及未提供培训资料的问题提出以下改进措施：

对从事II类射线装置使用活动的辐射工作人员原有的培训证书超过有效期、将超过有效期以及未提供培训资料的人员，医院应及时组织重新培训，参加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的考核并取得辐射安全培训合格成绩单。

(2) 针对医院未提供辐射工作人员职业健康检查资料的情况提出以下改进措施：

医院未提供2年内辐射工作人员职业健康检查结果报告，医院应确保辐射工作人员至少每两年进行一次职业健康检查，确保检查结果显示可从事/继续从事放射工作。

陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表（公示稿）

表 2 放射源

序号	核素名称	放射性活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动类别	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	<sup>192</sup> Ir	3.7×10 <sup>11</sup> Bq×1 枚	III类	使用	放射治疗	放疗科	装载于后装治疗机内	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及生产的流强度（n/s）。

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)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日最大等效操作量和操作方式均按《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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (mA)	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
后装机废放射源	固体	$^{192}\text{Ir}$	/	/	年更换放射源 3 次	/	/	联系放射源供源单位负责回收
臭氧、氮氧化物等	气态	/	/	/	/	/	/	由动力排风装置排出机房
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，气态单位为 mg/kg；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）。

陕西省勉县医院后装治疗机新技术利用项目环境影响报告表（公示稿）

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》，国务院令第 682 号修改，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(6) 《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 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》，生态环境部令第 20 号第四次修改，2021 年 1 月 4 日；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(9) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修订）》，陕西省人大，2019 年 7 月 31 日起施行；</p> <p>(12) 陕西省环境保护厅《关于印发新修订&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），2018 年 6 月 6 日起施行；</p> <p>(13) 《辐射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p>
-------------	---

	<p>(14) 《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)，自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号)，自 2021 年 3 月 15 日起施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《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)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)；</p> <p>(6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范-第 3 部分：<math>\gamma</math>射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)；</p> <p>(7) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)；</p> <p>(8) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)。</p>
其他	<p>(1) 医院提供的项目委托书；</p> <p>(2) 医院提供的现有核技术利用项目环保手续资料、监测资料，辐射工作人员管理资料等其他资料；</p> <p>(3) 其他与项目有关的技术参考资料。</p>

陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表(公示稿)

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

本项目涉及使用III类放射源，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）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，结合本项目实际选址，确定本项目评价范围为后装机房实体屏蔽物边界周围 50m 区域。评价范围见图 1-5。

7.2 主要环境保护目标

项目辐射环境主要保护目标为职业工作人员及公众，其中职业工作人员为从事后装治疗相关操作的医护工作人员，公众为机房实体屏蔽物边界外 50m 范围内的其他工作人员及公众。主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

保护对象	相对位置		环境保护目标	距离屏蔽体边界最近距离 (m)	人口规模	年剂量管理约束值	
肿瘤放疗中心楼内工作场所							
工作人员	后装机控制室		控制室工作人员	0.3	5 人	≤5mSv	
	后装机房		机房内摆位工作人员	0.3			
	加速器控制室		控制室工作人员	距加速器机房 0.3	6 人	≤5mSv	
	模拟定位机控制室		控制室工作人员	距 CT 机房 0.3		≤5mSv	
公众	后装机房	北侧	病人走廊	机房周边的其他非辐射医务人员、患者及陪同家属、短时间滞留人员等	0.3	流动人员	
		南侧	室外地面		0.3	3-5 人	≤0.1mSv
		西侧	加速器机房		0.3	1 人	
		东侧	室外空地		0.3	1 人	
肿瘤放疗中心楼外 50m 范围内							
公众	南侧	高压氧仓	其他非辐射工作人员	6.4	4 人	≤0.1mSv	
	西侧	应急处置中心		32.0	约 100		

		(新建住院楼)			人
	东侧	勉武路	行人	14.1	3-5 人
	北侧	江滨路	行人	4.21	3-5 人

### 7.3 评价标准

#### 1、管理约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 4.3.2.1 条的规定,任何工作人员的~~职业照射~~不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv;第 B1.2 条的规定,实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)第 4.9 条的规定,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。

#### 2、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)相关内容

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 选址、布局与分区要求

##### 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。

##### 5.2 分区原则

5.2.1 一般情况下,控制区包括加速器大厅、治疗室(含迷路)等场所,如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室,直线加速器机房、含源装置

的治疗室、放射性废物暂存区域等。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（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。

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）。

## 6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

f) 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。

#### 8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

附录 A 不同场所的居留因子见表 A.1（表 7-2）。

表 7-2 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员的办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	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、病人休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室房门; 1/20: 公厕、自动售药区、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: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场、车辆装卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

### 3、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 相关内容

#### 6.1 布局要求

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

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

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

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

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

6.1.6 X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； $\gamma$ 刀

治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

## 6.2 空间、通风要求

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

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

## 6.3 屏蔽要求

### 6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 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 30 cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ：

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，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ，见式（A.1）：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$H_c$ ——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$H_e$ ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

$t$ ——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

$U$ ——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

$T$ ——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$ ：

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

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

c) 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  和 b) 中的最高周

陕西省勉县医院后港治疗机核技术应用项目环境影响报告表（公示稿）

围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 。

### 6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平

6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至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 30 cm 处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同 6.3.1。

6.3.2.2 除 6.3.2.1 的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为参考控制水平。

### 6.3.3 屏蔽材料

屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和成本因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通混凝土。

## 6.4 安全装置和警示标志要求

### 6.4.1 监测报警装置

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。

### 6.4.2 联锁装置

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。

### 6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：

- a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；
- b) 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。

### 6.4.4 急停开关

6.4.4.1 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。

#### 6.4.6 视频监控、对讲交流系统

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。

#### 7 放射治疗操作中的放射防护要求

7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全连锁，应保障安全连锁正常运行。

7.4 工作人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。

7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。

### 4、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分： $\gamma$ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）相关内容

4.1.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率应不大于下述 a)、b) 和 c) 所确定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  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ):

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

ii 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  $\dot{H}_{c,max}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ):

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  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )。

#### 4.1.2 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) 在治疗机房正上方有建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自放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  $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；按照①求得关注点的剂

量率参考控制水平加以控制。

b) 除 a) 的条件外, 应考虑下列情况:

i 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(2)中的 a) 确定关注点的剂量率参考控制水平加以控制;

ii 穿出治疗机房屋顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量 250 $\mu$ Sv 加以控制;

iii 对无人员停留并只有借助工具才能进入的机房顶, 考虑上述 i 和 ii 之后, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100 $\mu$ Sv 加以控制(可在相应处设置辐射告示牌)。

#### 4.2.3 治疗机房一般屏蔽要求

除需要满足 GBZ/T201.1 的要求外,  $\gamma$  射线源放射治疗机房屏蔽应考虑下列内容:

a) 后装治疗按  $4\pi$  发射的点源考虑机房屏蔽, 应在治疗机房的地面标识出相应机房外可能受照射量最高的使用位置, 作为计算屏蔽时的辐射源参考位置。

e) 后装治疗机房、 $\gamma$  远距治疗机房和体部  $\gamma$  刀治疗机房应设置迷路。

#### 5、环评要求年剂量约束值及控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 中 4.9 条款的要求, 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:

◇ 职业照射个人受照剂量约束值取 5mSv/a;

◇ 公众照射个人受照剂量约束值取 0.1mSv/a。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射水平现状监测

8.1.1 监测方法

为了解项目拟建地及周边环境的 $\gamma$ 辐射水平现状，本次评价引用陕西新高科辐射技术有限公司 2022 年 5 月 11 日对项目拟建地及周边环境环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测报告中的数据（报告编号：SXGK-FHJC-072022019）。

表 8-1 辐射环境质量现状监测方案

监测因子	监测点位	监测频次
X- $\gamma$ 剂量率	项目拟建地	每个点位连续监测 10 次

监测方法：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）  
《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

8.1.2 监测点位

现场踏勘时，项目所在肿瘤放疗中心楼还未建设，在拟建场所及其周围布设监测点位，环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测点位布设情况详见图 8-1。

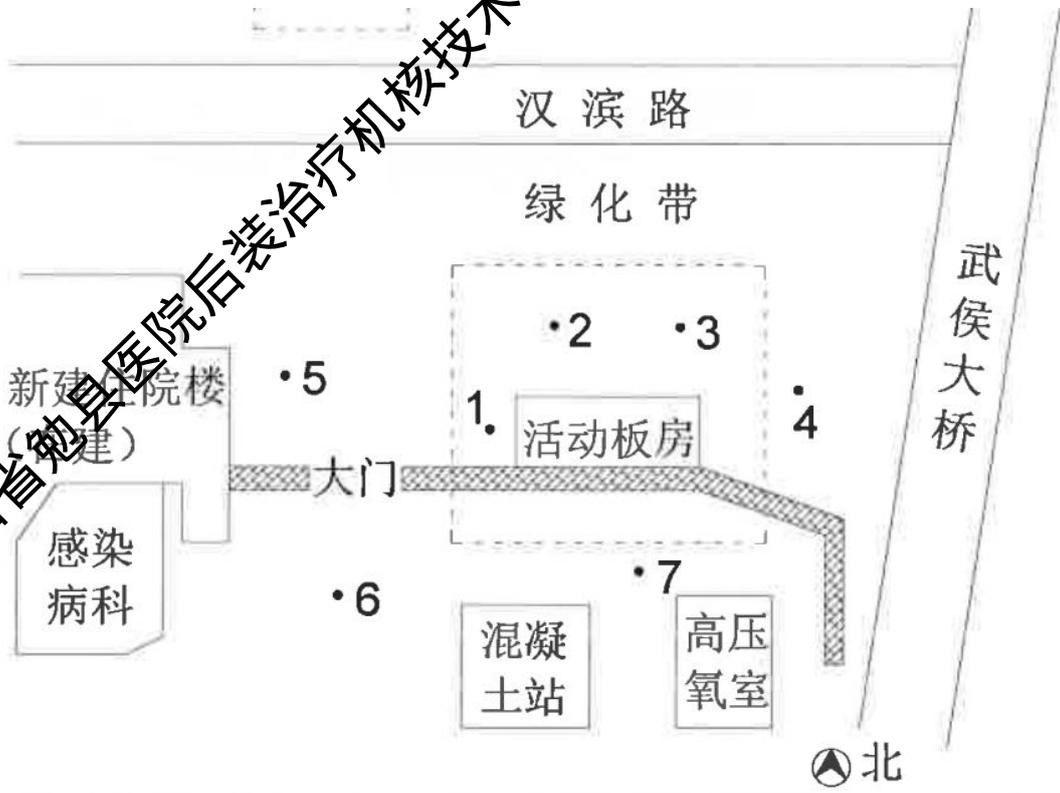


图 8-1 拟监测点位布设示意图

### 8.1.3 监测使用仪器

检测仪器详细信息见表 8-2。

表 8-2 监测仪器相关参数一览表

检测仪器名称、型号、编号	设备参数	检定单位	证书编号	证书有效期
环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪 FD-3013H-5877	能量响应值：48keV-3MeV 测量范围：0.01~200 $\mu$ Sv/h 测量下限：1 $\times$ 10 <sup>-8</sup> Sv/h 响应时间：3s	中国辐射防护研究院 放射性计量站	校字第 [2022]-L040	2022.2.17 2023.2.16

### 8.1.4 质量保证措施

①本项目监测单位为陕西新高科辐射技术有限公司，已通过陕西省市场监督管理局 CMA 认证，证书编号：162721340385。该公司具有完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年均经过具有剂量认证资质单位（中国辐射防护研究院放射性计量站）检定后使用，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核持有合格证书上岗；

⑥根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）规定，监测高度为 1.0m，合理布设检测点位，每个测点连续测量 10 次，每次测量时间不小于 10 秒，并读取稳定状态的最大值；

⑦监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度；异常数据及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑧建有完整的文件资料，仪器校准（测试）证书、检测方案、点位布局图、原始数据、统计处理程度等全部保留，以备复查；

⑨监测报告实行三级审核制度。

### 8.1.5 监测结果及评价

表 8-3 环境  $\gamma$  辐射剂量率监测结果

点位编号	点位描述	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	
		范围	平均值
1	项目拟建地检测点 1	0.06~0.08	0.07
2	项目拟建地检测点 2	0.06~0.07	0.07
3	项目拟建地检测点 3	0.06~0.07	0.07
4	项目拟建地检测点 4	0.06~0.07	0.06
5	项目拟建地检测点 5	0.06~0.07	0.07
6	项目拟建地检测点 6	0.06~0.09	0.08
7	项目拟建地检测点 7	0.06~0.07	0.07

注：1.本表中检测数据已扣除宇宙射线响应值，此处宇宙射线响应值为  $0.936\mu\text{Gy/h}$ ；按原野/道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1.0。

2.由于检测仪器 FD-3013H-5877 使用  $^{137}\text{Cs}$  放射源进行标定，根据 HJ1157-2021，换算系数取  $1.20\text{Sv/Gy}$ ，

由表 8-3 可知，项目拟建地及周围环境的  $\gamma$  辐射剂量当量率为  $60\sim 90\text{nGy/h}$ （已扣除宇宙射线响应值）。根据《中国环境天然放射性水平》（2015 年，中国原子能出版社），陕西省汉中市户外  $\gamma$  辐射剂量率范围为  $33\sim 89\text{nGy/h}$ ，道路  $\gamma$  辐射剂量率范围为  $29\sim 128\text{nGy/h}$ ，室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为  $62\sim 154\text{nGy/h}$ ，项目辐射工作场所及周边环境的空气吸收剂量率与汉中市天然环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于同一水平。表明项目所在地空气吸收剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状正常。

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工程设备

本项目新购 1 台后装机，使用 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  密封放射源，医院装源初始活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$  (10Ci)；根据《放射源分类办法》（原国家环保总局，2005 年第 62 号公告），本项目使用的放射源属于 III 类放射源。

### 9.1.2 后装机治疗工作原理

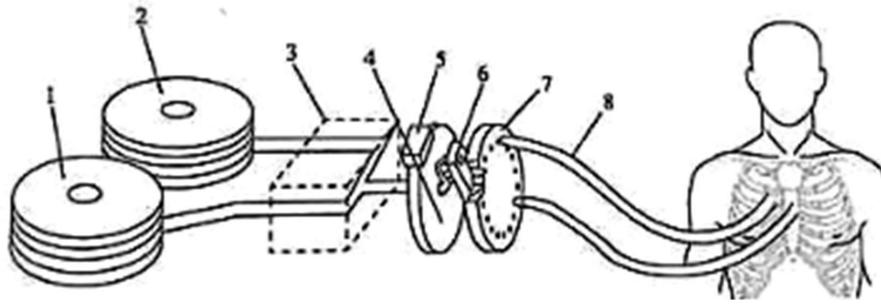
$^{192}\text{Ir}$  后装机治疗是预先在病人需要治疗的部位正确地放置施源器，然后通过遥控操作，将储源器内放射源输入施源器内，实施治疗的技术。后装治疗机由治疗计划系统、控制系统和治疗系统三部分组成，其中治疗计划系统包括计算机、数字化仪、打印机及治疗系统软件等，治疗系统包括专用控制微机系统、步进电机、放射源、储源器、真假源传输结构、紧急回源机构、计时器和治疗通道等。

后装治疗具有治疗距离短，源周局部剂量高，周围剂量迅速跌落的特点，因而在提高肿瘤局部照射剂量的同时，可有效保护周边正常组织和重要器官，后装治疗技术的应用使医护人员拜托了在近距离治疗时手持放射源直接受照的危害，明显降低了医务人员的受照剂量，提高了摆位和固定的精度，也缩短了照射时间，减轻了患者的痛苦。

典型后装治疗机见图 9-1，典型后装治疗机内部结构见图 9-2。



图 9-1 典型后装治疗机



说明：1. 模拟源轮 2. 真源轮 3. 安全区 4. 换路器 5. 编码 6. 换路导管 7. 接盘器 8. 施源器

图 9-2 典型后装治疗机内部结构

### 9.1.3 工作流程及产污环节

后装治疗机治疗流程如下：

①预约登记：患者经医生进行诊断、治疗正当性判断后，确定需要治疗的患者预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。

②模拟定位：预约患者先通过模拟定位机（本项目依托肿瘤放疗中心已有的模拟定位CT，已取得环评批复）进行肿瘤定位，确定肿瘤具体位置和形状，确定治疗中心。

③制定治疗计划：确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划。根据患者肿瘤的性质、部位和大小，确定照射剂量和照射时间。

④治疗前准备：治疗计划制定后，工作人员在准备间对肿瘤患者病变部位进行施源器插入。

⑤工作人员将患者推进后装机房，检查设备状况，将储源器和施源器相连接，工作人员距后装治疗机 1m。确认除患者外无其他人员滞留，工作人员离开机房，并关闭防护门。

⑥在控制室控制台通过计算机系统，先用假源轮进行试运行，验证无误后，再用真源轮将放射源从后装机机体通过输源管送达病灶进行治疗，治疗结束后真源自动复位。

⑦治疗结束，源回到屏蔽体内。打开防护门，拆除输源管等设备，工作人员协助患者离开治疗机房。

后装治疗机一般治疗流程及产污环节见图 9-3。

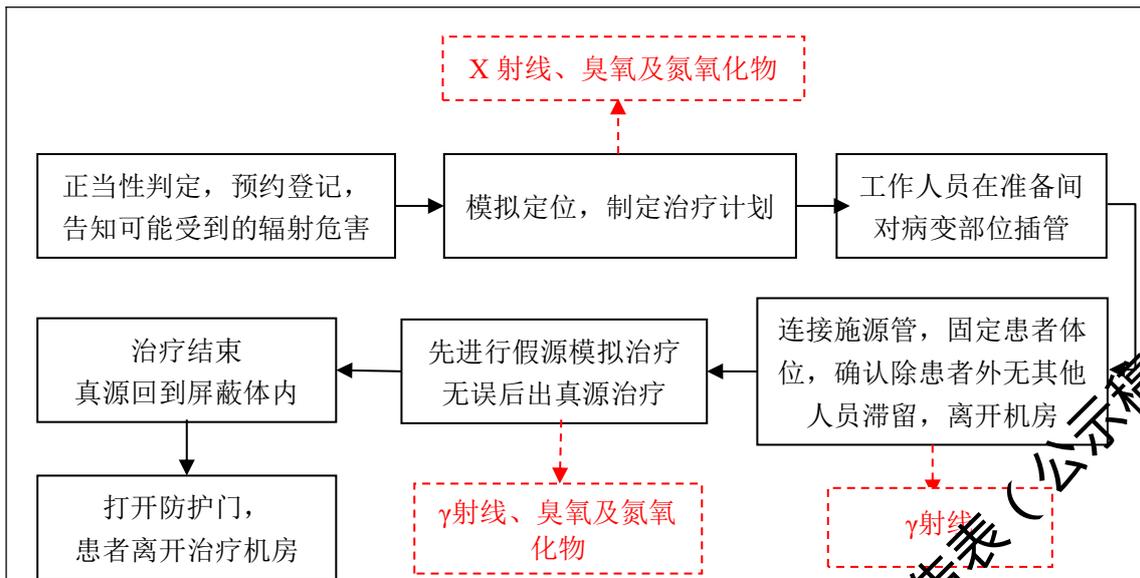


图 9-3 后装机治疗流程及产污环节图

后装治疗机治疗使用的  $^{192}\text{Ir}$  放射源为点状米粒大小微型单颗源，外有不锈钢包壳， $\beta$ 射线被完全屏蔽，源活性物质不会泄漏，属于密封放射源。正常使用情况下， $^{192}\text{Ir}$  放射源衰变产生  $\gamma$  射线，治疗过程中污染因子主要为： $\gamma$  射线、臭氧和氮氧化物等。 $^{192}\text{Ir}$  放射源使用一段时间后，其活度不能满足治疗要求，会产生废旧放射源。

## 9.2 污染源项描述

### (1) 正常工况下污染途径

项目后装机使用的放射源为微型单颗 $^{192}\text{Ir}$ ，为密封源，外有不锈钢包壳， $\beta$ 射线被完全屏蔽，源活性物质不会泄漏。因此，在正常使用情况下，后装治疗机主要环境污染因子是放射源发射的  $\gamma$  射线。

后装机正常运行状态下可能产生的污染途径如下：

#### ① 机房泄漏辐射

后装机正常运行时的主要环境污染因子为能量流形式的  $\gamma$  射线。在正常治疗条件下，后装机  $^{192}\text{Ir}$  放射源发出的平均能量为 370keV 的  $\gamma$  射线，有小部分穿过治疗室屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚及迷路防护门）泄漏到工作场所及周围环境中，对周围的工作人员和公众产生  $\gamma$  外照射。

#### ② 治疗前、治疗后装卸输源导管

在治疗前、治疗后连接或拆卸输源导管时， $^{192}\text{Ir}$  放射源处于贮源状态，贮源

器表面产生的 $\gamma$ 射线杂散辐射会对工作人员产生 $\gamma$ 射线外照射。

### ③ 运输、更换放射源

由于放射性衰变，随着放射性活度的降低， $^{192}\text{Ir}$ 放射源一般在2个半衰期以后将无法继续满足放射治疗要求需要更换新的放射源。换下的废旧放射源仍具有一定的放射性，会对周围环境产生电离辐射影响。

本项目后装机放射源的安装、更换、运输和装卸等均由厂家负责，废旧放射源由放射源供源单位回收处置。

### ④ 非放射性废气

后装机在正常工作状态下，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响很小。

## (2) 事故工况下污染途径

① 外力撞击，导致放射源密封包壳破损，源活性物质泄漏对周围环境造成外照射。

② 治疗过程中，出现门机（源）联锁装置发生故障，人员误入正在运行的后装治疗机房导致误照射。

③ 安全联锁系统故障或失效，机房防护门未关好即开始治疗，导致射线泄漏，对防护门外活动人员造成外照射；

④ 放射源源位置异常、卡源等，造成工作人员或公众的外照射。

⑤ 放射源丢失或被盗，对周围环境或公众造成外照射。

陕西省勉县医院后装治疗机核技术应用项目环境影响报告表（公示稿）

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及合理性分析

本项目后装机房位于肿瘤放疗中心楼一层东南角，与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关要求的符合性分析见表 10-1。

表 10-1 后装机房选址与布局合理性分析一览表

法规标准	标准要求	本项目情况	评价
《放射治疗辐射安全与防护要求》 (HJ1198-2021)	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。	本项目后装机房位于医院肿瘤放疗中心楼一层东南角，楼内主要设置放疗机房及相关辅助用房，不涉及民居、写字楼及商住两用的建筑物。	符合
	5.1.2 放射治疗场所应单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层一端，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。	肿瘤放疗中心楼独立设置，是专为肿瘤病人设置的诊断治疗区域，最大限度避开了无关人员。后装机房位于肿瘤放疗中心楼一层东南角，位于建筑物底层一端。根据医院总平面图布置图，机房周围无儿科病房、产房或人员流动性大的商业活动区域。	符合
《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）要求	6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	后装机房设置于肿瘤放疗中心楼一层东南角，位于建筑物底层一端；后装机房与控制室、辅助机房等同时设计建造。	符合
	6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	后装机房与控制室、准备间、卫生间、抢救室等分开设置。	符合

陕西省勉县医院后装机房技术利用项目环境影响评价报告表（公示稿）

	6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	后装机四面及顶部均受到初级辐射照射，经预测满足屏蔽要求。	符合
	6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房可不设迷路； $\gamma$ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。	后装机房已设置迷路。	符合
	6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。	后装机房的有效使用面积（不含迷路）为21.1m <sup>2</sup> ，机房面积能够满足使用要求。	符合

后装机房本位于肿瘤放疗中心楼一层东南角，为建筑物底层一端，机房与周围用专用防护墙体相隔开，有专用通道与外部环境相连，无关人流较少，减少了对公众的辐射影响。

综上，后装机房选址及工作场所布局满足《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）中的相关规定。

#### 10.1.2 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），放射工作场所应分为控制区及监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

**控制区：**把需要或可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制在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。

**监督区：**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，但要经常对职业照射条件进行监督和评价。

《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）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（含迷道）等场所，如.....，直线加速器机房、含源装置的治疗室、.....等。5.2.2 与控制区

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

根据 GB18871-2002 及 HJ1198-2021、GBZ121-2020 相关要求，本项目将后装机房及迷道划分为控制区，并在机房防护门的显著位置粘贴符合规定的电离辐射警告标志。将后装机房北侧控制室、清洗间和准备间、东侧室外 1m 范围、南侧室外 1m 范围、二层机房北侧过道等划分为监督区。后装机房西侧的加速器机房和 CT 模拟定位机房以及其他区域按对应的场所要求划分控制区和监督区。

项目分区示意图见图 10-1~图 10-2。

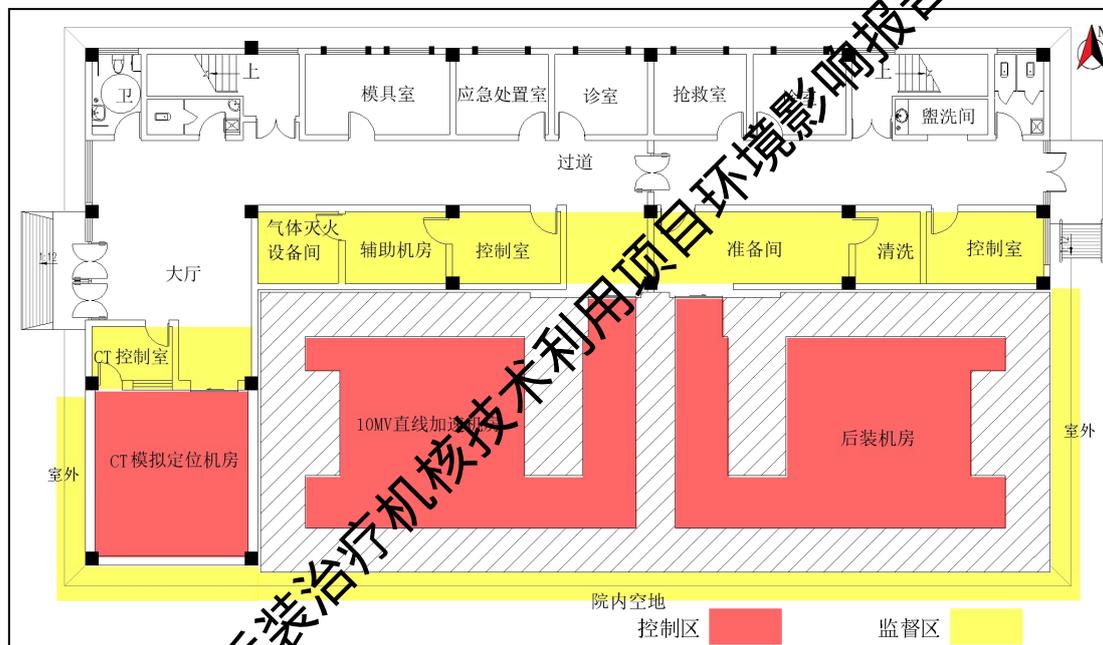


图 10-1 本项目工作场所分区管理示意图（一层）

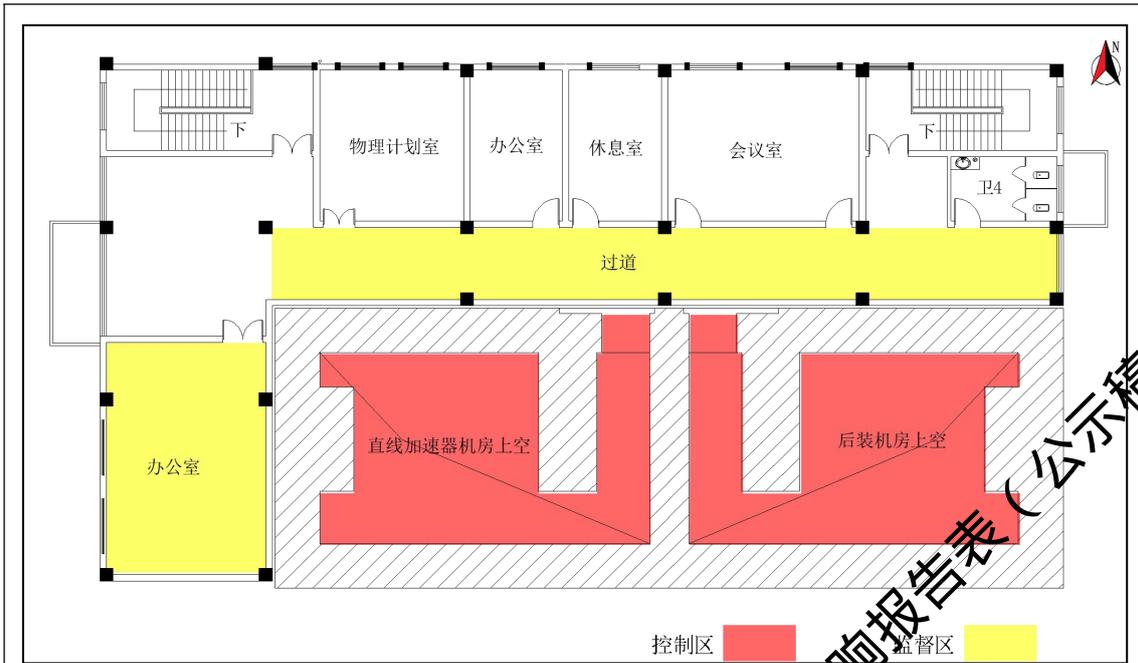


图 10-2 本项目工作场所分区管理示意图(二层)

### 10.1.3 机房屏蔽防护

根据医院提供的图纸，后装机房屏蔽防护参数详见表 10-2。

表 10-2 后装机房屏蔽防护参数一览表

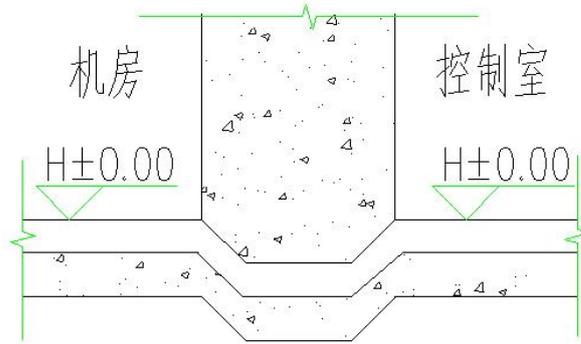
机房	位置	屏蔽情况
后装机房	机房有效使用面积及净高	有效使用面积约 51.1m <sup>2</sup> (长 7.3m×宽 7.0m)，机房净高 4.0m
	东墙	厚 1.7m~3.0m 混凝土
	迷道内墙	厚 2.2m 混凝土
	西墙 迷道外墙 (与西侧加速器机房共用)	厚 1.5m 混凝土
	南墙	厚 1.7m 混凝土
	北墙	厚 1.7m 混凝土
	屋顶	厚 1.7m~3.0m 混凝土
	防护门	5mmPb

注：①机房墙体采用钢筋混凝土浇筑，现浇混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ；②机房地下为土层。

### 10.1.4 电缆沟布设

后装机房的全部电缆均通过地下电缆沟走线，从安装地坑出线后沿着屏蔽墙内侧走线，在出口处采用“倒梯形”设计，下沉后穿越屏蔽墙到达机房外。在电缆

沟开口处设置有盖板进行屏蔽，其开口不正对工作人员经常停留的地点。电缆沟穿墙图见图 10-3。



电缆沟穿墙大样图 1:100

图 10-3 后装机房电缆沟穿墙示意图

### 10.1.5 机房通风设计

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)第 8.4.1 条“放射治疗室内应设置强制排风系统,采取全送全排的通风方式,换气次数不少于 4 次/h,排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。”

后装机房拟设置送风口一个(300mm×300mm),位于机房迷路内墙拐角处天花板;设置排风口两个(250mm×500mm),位于西侧屏蔽墙内侧(距地面 0.3m)。送、排风管道在机房防护门洞口上方呈“Z”字型穿过屏蔽墙体,通过折叠设计,增加管道中的射线的散射次数。后装机房容积约 297.6m<sup>3</sup>(74.4m<sup>2</sup>×4m),排风机额定风量大于 5316m<sup>3</sup>/h,后装机房和相邻加速器机房共用一台排风机,额定风量的一半考虑,通风次数约 9 次/h,满足标准中通风次数不少于 4 次/h 的要求。后装机房产生的臭氧和氮氧化物等有害气体经排风管道引至室外,由排风管道从肿瘤放疗中心北侧墙体穿过排出室外,排气口周围无门、窗或人流较大的过道。

后装机房通风管道布局见图10-4, 机房通风管线穿墙图见图10-5。

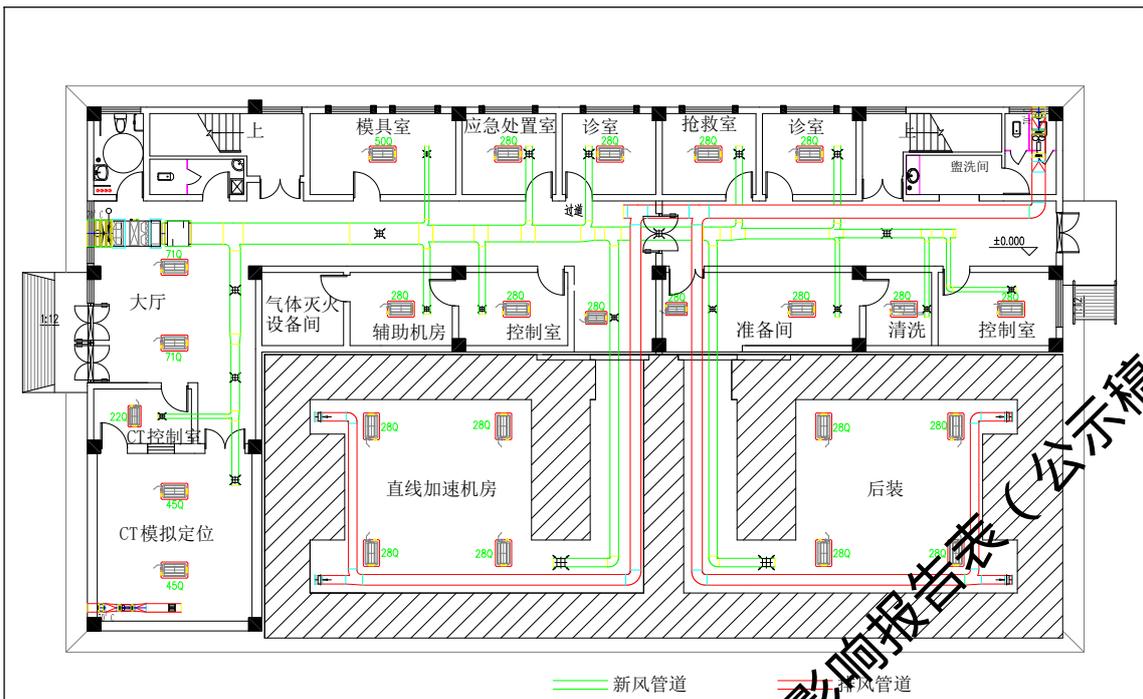


图 10-4 后装机房通风管道布局图



新风排风管道穿墙做法

图 10-5 后装机房通排风管道穿墙示意图

### 10.1.6 其他辐射安全与防护措施

#### (1) 后装机房拟采取以下辐射安全防护措施

①标志和指示灯：拟在放疗科入口处设置电离辐射警告标志，在后装机房防护门上设置醒目且符合 GB18871 规定的电离辐射警告标志、工作状态指示灯，保证后装机运行时，状态指示灯正常工作。在后装机贮源器外表面设置电离辐射标志和中文警示说明。

②实时摄像监控和对讲系统：拟在后装机房内、迷路转角处设摄像监视系统，监视系统显示屏设置在控制室内，使控制室的工作人员可清楚地观察到机房内后装机的运行情况，如发生意外情况可及时处理。拟在治疗床附近、控制台安装对讲系统，方便控制室与机房内人员联系，若发生紧急情况，可通过对讲系统及时告知控制室工作人员，避免接受不必要的辐照。

③固定式剂量警报装置：后装机房内拟设固定式剂量报警装置，仪器探头建议安装在迷路转角处，仪表指示仪装在控制室内，对监测点进行实时剂量率/累计剂量监测和报警。实时剂量率/累计剂量监测值同时显示在主机面板上，实时剂量率/累计剂量的“报警阈值”可通过面板上的按键进行修改。仪器有声光报警，以警示现场工作人员，确保工作人员安全。

④联锁装置、断电自动回源措施：后装机房防护门上方设有工作状态指示灯与后装机联锁，防护门关闭后，后装机才能启动，后装机启动时工作状态指示灯亮起。治疗过程中一旦防护门意外打开，系统将自动收回放射源至储源位置。

⑤紧急开门装置和防夹装置：防护门内侧拟设置从室内开门的按钮（手动紧急开门装置），在停电或电动门故障时使用，保障后装机房内工作人员及患者安全。防护门拟设置红外防夹装置。

⑥急停开关：在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及后装机房内墙面各设置一个急停开关。一旦人员误入或遇其它紧急情况，按“急停开关”，强迫后装机断电放射源回到储源器，事故处理完毕后，人工就地复位并通过控制台才能重新启动后装机。

⑦应急装备：拟在后装机房内配备应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

本项目后装机治疗室安全设施布局图见图 10-6。

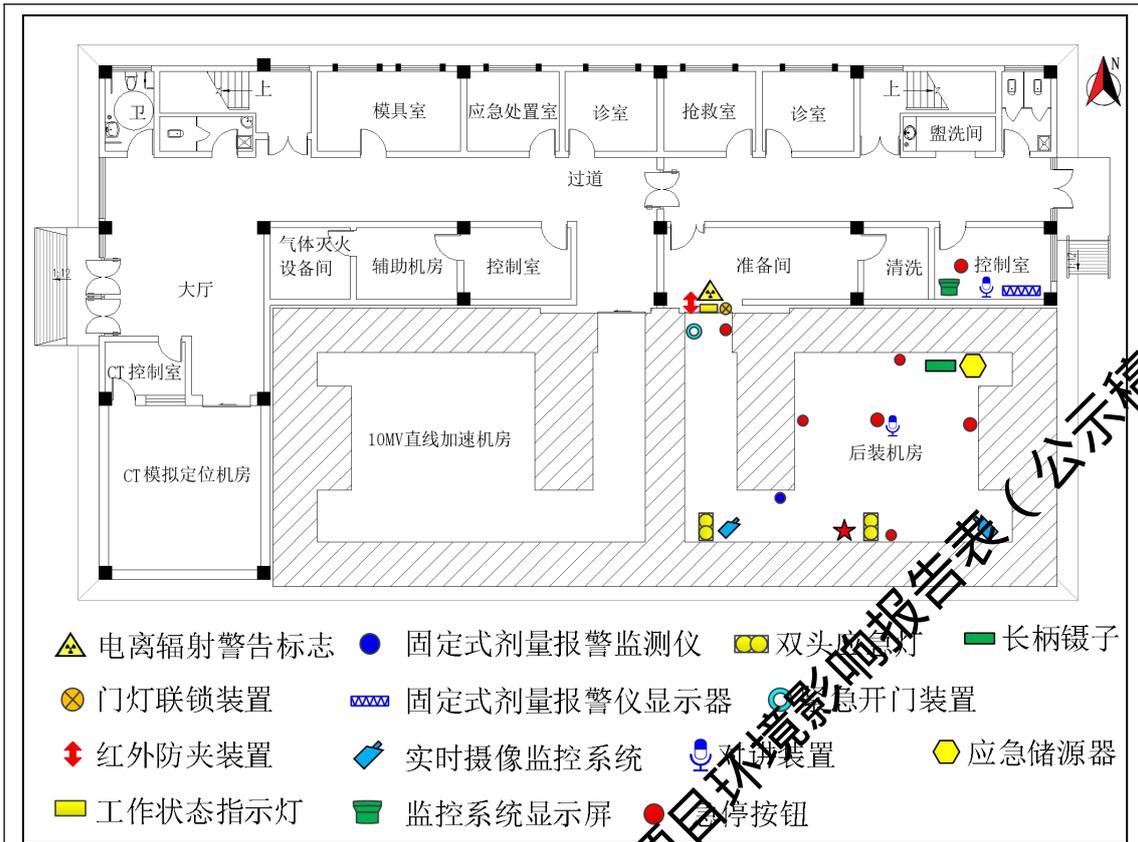


图 10-6 后装机房辐射安全防护设施安装位置图

(2) 其他防护措施

① 配备 1 台便携式 X-γ 剂量率监测仪，辐射工作人员应定期对项目工作场所及周围辐射水平进行监测，发现异常立即报告负责人，并采取有效措施妥善处理。建立监测数据档案。

② 为本项目辐射工作人员配备个人剂量计（根据辐射工作人员数量配备）；

③ 控制室内张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

表 10-6 后装机房拟采取的安全防护措施/设施与 HJ 1198-2021 符合情况表

序号	安全防护设施和措施	《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 标准要求	安全防护措施和设施	是否符合
1	标志和指示灯	6.2.1 a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志；	拟在后装机房入口防护门设置电离辐射警告标志；贮源容器外表面设置电离辐射标志和中文警示说明。	符合
		6.2.1 b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；	拟在后装机房防护门上设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	符合

2	视频监控、对讲交流系统	6.2.1 c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置,并设置双向交流对讲系统。	拟在后装机房内、迷路转角处设摄像监视系统,监视屏设在控制室内,使控制室的工作人员可清楚地观察到机房内设备的工作情况及防护门外的情况;拟在治疗床附近、控制台安装对讲系统,以便操作者和患者之间进行双向交流。	符合
3	固定式辐射剂量监测仪	6.2.2. ....含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室(一般在迷道的内入口处)应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能,其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	拟在后装机房迷道内入口处设置固定式剂量报警仪,剂量报警显示仪表拟设置于后装机房的控制室内。	符合
4	联锁装置、断电自动回源措施	6.2.3 a) 放射治疗室和.....应设置门-机/源联锁装置,防护门未完全关闭时不能出束/出源照射,出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。	拟对后装机房防护门与后装机设置联锁,防护门未关闭状态下不能启动后装机;后装机自带断电自动回源装置,设备断电后,放射源自动返回储源器。	符合
	紧急开门装置和防夹装置	6.2.3 b) 放射治疗室和.....应设置室内紧急开门装置,防护门应设置防夹伤功能;	拟在后装机房防护门内侧设置从室内开门的按钮(紧急开门装置),在停电或电动门故障时使用。防护门拟设置红外防夹装置。	符合
	急停按钮	6.2.3 e) 应在放射治疗设备的控制室、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、.....设置急停按钮;急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。	拟在后装机房四周屏蔽墙面设置急停按钮共4个、防护门内旁侧1个、控制台1个及后装机表面人员易触及处1个,急停按钮设置醒目标识和文字且便于触发。	符合

表 10-4 后装机房拟采取的安全防护措施/设施与 GBZ121-2020 符合情况表

序号	安全防护设施和措施	《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)标准要求	安全防护措施和设施	是否符合
1	监测报警装置	6.4.1 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	拟在后装机房设置固定式剂量报警仪,剂量报警显示仪表拟设置于控制室内。	符合

2	联锁装置	6.4.2 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。	拟对后装机房防护门与后装机设置联锁,防护门未关闭状态下不能启动后装机;后装机房防护门内侧拟设置紧急开门按钮,防护门拟设置红外防夹装置。	符合
3	标志和指示灯	6.4.3 应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志:a)放射治疗工作场所的入口处,设有电离辐射警告标志;b)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	拟在后装机房防护门上设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	符合
4	急停开关	6.4.4 放射治疗设备控制台上应设置急停开关,放射治疗机房内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	拟在后装机房四周屏蔽墙面设置急停按钮共4个、防护门内旁侧1个、控制台1个及后装机表面人员易触及处2个,急停按钮设置醒目标识和文字且便于触发。	符合
5	应急储存设施	6.4.5 $\gamma$ 源后装治疗设施应配备应急储源器。	为后装机房配备合适的应急贮源容器。	符合
4	视频监控、对讲交流系统	6.4.6 控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷道区情况的视频装置;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	拟在后装机房内、迷道转角处安装摄像监控系统,使控制室的工作人员通过监视系统能够对治疗室及迷道内的状况进行实时监控;拟在治疗床附近、控制台安装对讲系统,通过对讲系统可实现与患者双向交流。	符合

## 10.2 “三废”的治理

### (1) 废气

本项目后装机正常使用过程中,无放射性废气产生。

后装机工作时, $\gamma$ 射线与空气中的氮和氧作用,会产生少量臭氧和氮氧化物等有害气体。通过通风换气可有效降低臭氧和氮氧化物的浓度。

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及环境产生危害。

## (2) 固废

后装机使用的 $^{192}\text{Ir}$ 属于III类放射源。放射源随时间自然衰变，活度逐渐降低，当活度不能满足治疗需要时，需更换放射源。在确定采购放射源后，医院应与供源单位签订废旧放射源返回协议，废旧放射源由供源单位负责回收。

工作人员、病人及家属产生少量的医疗垃圾及生活垃圾，其中医疗垃圾依托医院的医疗垃圾暂存间暂存后交由有资质的单位处理，生活垃圾与医院其他生活垃圾一起交由市政环卫部门处理。

## (3) 废水

后装机正常使用过程中，无放射性废水产生。

工作人员、病人及家属产生少量的废水，依托医院废水处理设施统一处理后排入市政管网。

陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表（公示稿）

表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目涉及的工作场所为陕西省勉县医院拟建肿瘤放疗中心楼一层的后装机房。后装机房依托肿瘤放疗中心楼主体工程的建设，勉县医院新建肿瘤放疗中心项目（机房及附属用房）已填报建设项目环境影响登记表进行备案，备案号：20226107250000044。肿瘤放疗中心楼目前正处于基坑开挖准备阶段。本次评价的施工阶段为辅助功能用房改建何后装机房装修及设备安装调试。

(1) 施工期间料堆采取防尘措施，清扫过程做到先洒水再清扫，固体废物及时清运，运输物料车采取覆盖等防止散落的措施。

(2) 施工现场的固定噪声和移动噪声诸如电钻、切割机等混凝土搅拌机等应相对集中，尽量缩小噪声干扰范围，合理安排作业时间，限制夜间进行有强噪声污染的施工作业。

(3) 施工时会产生少量的机械冲洗废水，由现场施工人员擦除和自然蒸发，不会外流；其他装修内容用水多为浆料拌合用水不会产生外排废水。

(4) 施工期间的建筑垃圾应在指定的地点堆放，并及时清运；废包装材料和生活垃圾产生量少，分类收集于垃圾桶，由环卫部门统一清运。

由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随着施工期的结束而消除。

本项目设备的安装由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备，安装调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。

本项目后装机的安装和调试均在机房内完成，设备的安装、调试等均由设备厂家专业人员进行。在安装前设备厂家需对机房进行初步的安装验收，在满足有关条件后进行安装、调试。在设备安装调试阶段，医院及设备厂家应加强辐射防护管理，在此过程中医院应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房需关闭并采取措施防止无关人员进入，防止辐射事故的发生。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 后装机放射源活度

本项目后装机房内配置一台  $^{192}\text{Ir}$  后装治疗机，含  $^{192}\text{Ir}$  放射源 1 枚，最大装源活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，产生的  $\gamma$  射线平均能量为  $0.37\text{MeV}$ ，源距地面高度  $1.0\text{m}$ 。

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分： $\gamma$  射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）标准中的公式，估算本项目屏蔽设计是否符合要求。保守考虑，计算时将  $^{192}\text{Ir}$  源当作裸源。

#### (1) 关注点的选取

后装治疗机房应考虑治疗源  $4\pi$  发射的  $\gamma$  射线（即初级辐射）对墙和室顶的直接照射及其散射辐射在机房入口处的照射。图中红色虚线框内为治疗源可能使用的区域，后装机移动时，放射源距南墙最近距离取  $0.9\text{m}$ ，距东墙、北墙和迷路内墙最近距离取  $1\text{m}$ ，放射源距地面高度取  $1\text{m}$ 。

后装机房辐射影响分析关注点设置详见图 11-1、图 11-2。

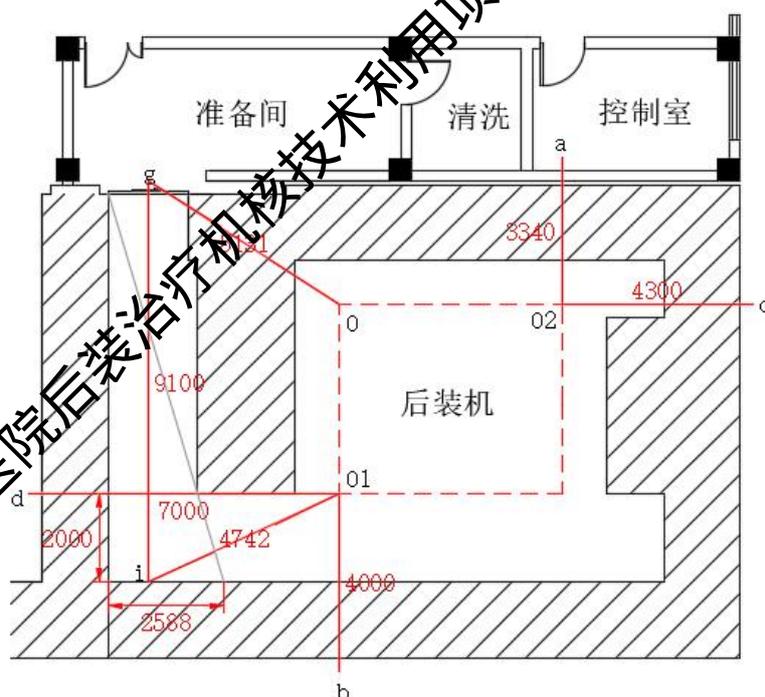


图 11-1 后装机房关注点设定平面示意图

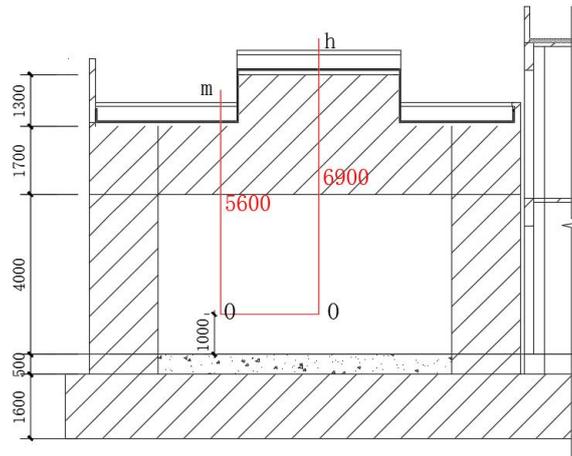


图 11-2 后装机房关注点设定剖面示意图

②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、关注点使用因子和居留因子，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 6.1.4，由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  $\dot{H}_{c,d}$ 。

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

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

b) 按照关注点人员居留因子 ( $T$ ) 的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}$  按以下情况取值：

人员居留因子  $T \geq 1/2$  的场所：最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

人员居留因子  $T \leq 1/2$  的场所：最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

c) 取 a)、b) 中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 ( $\dot{H}_c$ )。

根据 GBZ/T201.3-2014 中 4.1 剂量控制要求及附录 A，关注点的周剂量参考控制水平为  $H_c$  时，该关注点的导出剂量率控制水平按公式 11-1 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

$H_c$ —周参考剂量控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

$t$ —治疗装置周治疗照射时间，h；每天接待放射治疗患者最多为 10 人，每周工作 5d，每位患者的治疗时间 6min，周治疗照射时间为 5h；

U—关注位置方向照射的使用因子；

T—人员在相应关注点驻留的居留因子，取值参考HJ1198-2021附录A表A.1。

后装机房外关注点剂量率参考控制水平见表 11-1。

表 11-1 后装治疗机房关注点剂量率参考控制水平一览表

关注点点位	辐射类型	t	U	T	H <sub>c</sub> (μSv/周)	$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_{c,max}$ (μSv/h)	最终 取值 (μSv/h)
						(μSv/h)		
a (北侧控制室)	初级	5	1	1	100	20	2.5	10
b (南侧院内空地)	初级	5	1	1/40	5	40	10	10
c (东侧院内空地)	初级	5	1	1/40	5	40	10	10
d (西侧加速器机房迷路)	初级	5	1	1/2	5	2	10	2
h (屋顶)	初级	5	1	1/20	5		10	10
m (屋顶)	初级	5	1	1/20	5	20	10	10
g (防护门外)	散射	5	1	1/8		8	10	8

③机房防护墙体屏蔽厚度核算

后装机房四周墙体和屋顶考虑初级辐射的直接照射。根据后装治疗机房的平面布置图，得出放射源到各关注点的距离 R。当关注点达到剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  时，设计的屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按式 (11-2) 计算，按式 (11-3) 估算所需要的有效屏蔽厚度  $X_e$  (cm)，再按照式 (11-20) 获得屏蔽厚度 X (cm)，计算结果与设计厚度进行比较，分析是否满足屏蔽厚度要求。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{H_0} \cdot \frac{R^2}{f} \quad (11-2)$$

$$X_e = TVL \cdot \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \quad (11-3)$$

$$X = X_e \cdot \cos \theta \quad (11-4)$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

$\dot{H}_c$ —剂量率参考控制水平，μSv/h；

$\dot{H}_0$ —活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率,  $\dot{H}_0 = A \times K_r = 3.7 \times 10^5 \times 0.111 = 4.107 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ;

R—辐射源点至关注点的距离, m;

f—对有用束为 1

$\theta$ —为斜射角, 即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角;

TVL<sub>1</sub> (cm) 和 TVL (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。根据 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1, 对 <sup>192</sup>Ir 放射源, TVL<sub>1</sub> = TVL = 15.2cm; ;

X<sub>e</sub>—有效屏蔽厚度, cm;

X—墙体屏蔽厚度, cm。

后装治疗机房墙体屏蔽厚度核算结果见表 11-8。

表 11-2 后装治疗机房墙体屏蔽厚度核算结果

关注点点位	辐射类型	$\dot{H}_c$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	R (m)	计算厚度 (砼, cm)	设计厚度 (砼, cm)	结论	
a (北侧控制室)	初级	2.5	3.34	$7.9 \times 10^{-4}$	48.2	170	满足
b (南侧院内空地)	初级	10	4.3	$3.90 \times 10^{-3}$	36.6	170	满足
c (东侧院内空地)	初级	10	4.3	$4.50 \times 10^{-3}$	35.7	170~300	满足
d (西侧加速器机房迷路)	初级	2	7.0	$2.39 \times 10^{-3}$	39.9	150~370	满足
h (屋顶)	初级	10	6.9	$1.16 \times 10^{-2}$	29.4	300	满足
m (屋顶)	初级	10	5.6	$7.64 \times 10^{-3}$	32.2	170	满足
g (迷路)	初级	2 <sup>注</sup>	5.13	$1.28 \times 10^{-3}$	44.0	220	满足

注: 放射源初级辐射经迷路内墙屏蔽对机房门入口剂量率贡献按防护门处控制值的 1/4 考虑

根据以上计算, 后装机机房墙体设计屏蔽厚度能满足防护要求。

## (2) 机房防护门屏蔽厚度核算

机房入口处的散射辐射剂量  $\dot{H}$  按下式计算:

$$\dot{H} = \frac{A \cdot K_\gamma \cdot S_W \cdot \alpha_W}{R_1^2 \cdot R_2^2} \quad (11-5)$$

式中:

A—放射源的活度，单位为兆贝可（MBq），源活度  $A=3.7 \times 10^5 \text{MBq}$ ；

$K_\gamma$ —放射源的空气比释动能率常数（或称  $K_\gamma$  常数）在屏蔽计算中以周围剂量当量作为空气比释动能的近似，此时  $K_\gamma$  的单位记为  $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ；对  $^{192}\text{Ir}$  放射源， $K_\gamma=0.111 \mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$ ；

$S_w$ —迷路内口墙的散射面积，其为辐射源和机房入口共同可见的墙区面积， $(2.0+2.59) \times 4.0=18.36\text{m}^2$ ；

$\alpha_w$ —散射体的散射因子， $\text{m}^2$ ，GBZ/T201.3-2014 表 C.4 中 0.25MeV 时入射  $0^\circ$  散射因子  $3.39 \times 10^{-2}$ ；

$R_1$ —辐射源点至散射体中心的距离，4.74m；

$R_2$ —散射体中心至关注点的距离，9.1m；

计算得机房入口处的散射辐射剂量  $\dot{H}=13.74 \mu\text{Sv/h}$ ，为装机房防护门所需要的屏蔽透射因子  $B = \dot{H}_c / \dot{H} = 8 \div 13.74 = 0.5823$ ，迷路入口 g 处散射辐射能量约为 0.2MeV，铅的 TVL 值为 5mm，相应的铅厚度(X)为： $X = \text{TVL} \cdot \log B^{-1} = 1.2\text{mmPb}$ 。

根据医院提供的设计方案，机房防护门为 5mmPb，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范-第 3 部分： $\gamma$  射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）相关要求。

### （3）机房屏蔽体外剂量率核算

①根据 GBZ/201.3-2014 的相关公式计算，首先根据机房各屏蔽墙体的设计厚度 X（cm）根据式（11-6）计算出有效厚度  $X_e$ （cm），按照式（11-7）估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B，再按照式（11-8）计算初级辐射在屏蔽墙体外关注点的剂量率见表 11-9。

$$X_e = X \cdot \sec\theta \quad (11-6)$$

$$B = 10^{-(X_e + \text{TVL} - \text{TVL}_1) / \text{TVL}} \quad (11-7)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot f}{R^2} \cdot B \quad (11-8)$$

式中：

$X_e$ —有效屏蔽厚度，cm；

X—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。

B—辐射屏蔽透射因子；

TVL<sub>1</sub> (cm) 和 TVL (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。根据 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1，对 <sup>192</sup>Ir 放射源，TVL<sub>1</sub>=TVL=15.2cm；

$\dot{H}$ —关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率， $\dot{H}_0 = A \times K \times 3.7 \times 10^5 \times 0.111 = 4.107 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点至关注点的距离，m；

f—对有用线束为 1。

后装治疗机房外各关注点的初级辐射剂量率水平计算结果见表 11-9。

表 11-3 后装治疗机房各关注点初级辐射剂量率预测结果

点位描述	辐射类型	X (cm, 铅)	R (m)	B	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a (北侧控制室)	初级	170	3.34	$6.54 \times 10^{-12}$	$2.41 \times 10^{-8}$
b (南侧院内空地)	初级	170	4.0	$6.54 \times 10^{-12}$	$1.68 \times 10^{-8}$
c (东侧院内空地)	初级	170~300	4.3	$6.54 \times 10^{-12}$	$1.45 \times 10^{-8}$
d (西侧加速器机房迷路)	初级	150~370	7.0	$1.35 \times 10^{-10}$	$1.13 \times 10^{-7}$
h (屋顶)	初级	300	6.9	$1.83 \times 10^{-20}$	$1.58 \times 10^{-17}$
m (楼顶)	初级	170	5.6	$6.54 \times 10^{-12}$	$8.57 \times 10^{-9}$
n (迷路)	初级	220	5.13	$3.36 \times 10^{-15}$	$5.52 \times 10^{-12}$

由表 11-9 可知，本项目后装机运行后，机房实体屏蔽墙外各关注点处剂量率均满足各关注点剂量率参考控制水平，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)和《放射治疗机房的辐射屏蔽规范-第 3 部分： $\gamma$  射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014)相关要求。

②机房入口屏蔽前的剂量率为  $13.74 \mu\text{Sv/h}$ ，铅中的 TVL 值为 5mm，本项目后装治疗机房防护门设计为 5mmPb，经计算防护门外 30cm 处的剂量率为

$13.74 \times 10^{-5} = 1.37 \mu\text{Sv/h}$ ，满足防护门外剂量率参考控制水平。

#### (4) 个人剂量估算

辐射工作人员与公众所照射的辐射年剂量按下式计算：

$$H = t \cdot T \cdot \dot{H} \cdot U \times 10^{-3} \quad (11-9)$$

式中：

H—辐射工作人员与公众受照射的辐射年剂量，mSv/a；

t—受照射时间（h）；

T—居留因子，参照 HJ1198-2021 附录 A 表 A.1 取值；

$\dot{H}$ —关注点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U—使用因子。

##### ① 治疗机房外人员受照剂量

后装机计划每天治疗人数 10 人，每人治疗时间约为 6min，每周工作 5 天，年工作 50 周，则操作人员年工作时间 250h。

后装治疗机房外关注点处的人员年有效剂量按式 11-9 计算，计算参数和计算结果见表 11-4。

表 11-4 后装机放射工作人员及周边环境公众年附加剂量估算结果

点位描述	人员类型	最大周围剂量当量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年出束时间h	居留因子 T	使用因子 U	年受照剂量(mSv/a)	剂量约束限制 (mSv/a)
a (北侧控制室)	公众	$2.41 \times 10^{-8}$	250	1	1	$6.02 \times 10^{-9}$	5
b (南侧院前空地)	职业人员	$1.68 \times 10^{-8}$	250	1/40	1	$1.05 \times 10^{-10}$	0.1
c (东侧院内空地)	公众	$1.45 \times 10^{-8}$	250	1/40	1	$9.08 \times 10^{-11}$	0.1
d (西侧加速器机房迷路)	公众	$1.13 \times 10^{-7}$	250	1/2	1	$1.42 \times 10^{-8}$	0.1
h (屋顶)	公众	$1.58 \times 10^{-17}$	250	1/20	1	$1.98 \times 10^{-19}$	0.1
m (屋顶)	公众	$8.57 \times 10^{-9}$	250	1/20	1	$1.07 \times 10^{-10}$	0.1
g (防护门外)	公众	1.37	250	1/8	1	$4.28 \times 10^{-2}$	0.1

根据表 11-4 可知，项目正常运行期间，控制室内放射工作人员年附加剂量为  $6.02 \times 10^{-9} \text{mSv/a}$ ，远小于项目放射工作人员的年附加剂量约束值（5mSv/a）；

项目周边环境防护门外公众年附加剂量最大为  $4.28 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，小于项目周边环境公众的年附加剂量约束值 ( $0.1 \text{mSv/a}$ )，其他周边公众年附加剂量十分微小可忽略不计。因此，项目后装治疗机运行期间，对周边工作人员和公众的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求。

本次对后装机房四周关注点的年有效剂量均进行了计算，对于表 7-1 中所列其他环境保护目标，由于距本项目的距离更远，考虑射线源随距离的平方成反比衰减关系和其他功能房间屏蔽体的阻隔，人员停留位置处剂量率将更低，因此，其他环境保护目标处受照射剂量均低于  $0.1 \text{mSv}$ 。因此本项目后装机投入使用后对评价范围内环境保护目标环境的影响满足评价标准要求。

### ②进入治疗机房内的工作人员受照剂量

由于放射治疗前，放射工作人员需要进入后装治疗机房内协助患者进行摆位，在摆位过程会受到放射源的照射。

放射工作人员进入后装治疗机房之前，必须确保放射源处于后装治疗机的贮源器中，并穿戴防护用品、佩戴个人剂量报警仪进入机房。放射工作人员协助患者摆位时在机房内停留时间按  $2 \text{min}$  计，与工作贮源器的平均距离按  $1 \text{m}$  考虑。根据《后装  $\gamma$  源近距离治疗质量控制检测规范》(WS262-2017) “3.6 贮源器表面  $100 \text{cm}$  处的泄漏辐射所致周围剂量当量率应不超过  $5 \mu\text{Sv/h}$ ” 的要求，本次评价以该泄漏辐射的剂量率限值作为辐射工作人员摆位处的最大辐射剂量率进行计算，则辐射工作人员每年摆位过程所受的个人剂量： $5 \mu\text{Sv/h} \times 2 \text{min} \times 10 \text{人/天} \times 250 \text{天} \times 1/60 \times 1/1000 = 0.42 \text{mSv/a}$ 。

由表 7-1 可知，放射工作人员在控制室所受照射剂量为  $6.02 \times 10^{-9} \text{mSv/a}$ ，考虑到摆位和控制室工作人员可能为同人，因此后装机放射工作人员所受照射年附加有效剂量为  $(6.02 \times 10^{-9} + 0.42) = 0.42 \text{mSv}$ ，低于项目放射工作人员年附加剂量约束值 ( $5 \text{mSv/a}$ )，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求。

### ③CT 模拟定位工作人员年附加剂量估算

本项目后装治疗实施前需进行患者 CT 模拟定位，因此 CT 模拟定位机工作人员需叠加本项目后装患者定位时产生的年附加剂量。

结合已批复的《陕西省勉县医院肿瘤放疗中心核技术利用项目环境影响报告

表》，CT 模拟定位机房周围剂量率见下表：

表 11-5 CT 模拟定位机房外关注点剂量率估算结果

位置	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )
东侧加速器机房	$4.04 \times 10^{-22}$
西墙外室外	0.94
南墙外室外	0.81
北墙外控制室	0.81
北墙患者防护门外	0.81
屋顶办公室	0.92

CT 模拟定位机原有工作量为每天加速器治疗患者 20 人次，后装机每天诊疗患者 10 人，因此 CT 模拟定位机工作量按照每天 30 人次计，每名患者使用 CT 定位的开机时间约 30s，则年出束时间为 62.5h。对工作人员居留因子取 1，因此 CT 模拟定位运行所致工作人员年附加有效剂量为  $0.81\mu\text{Sv/h} \times 62.5\text{h} \times 1/1000 = 0.05\text{mSv/a}$ ；对屋顶办公室（公众）居留因子取 1，对公众年附加有效剂量为  $0.92\mu\text{Sv/h} \times 62.5\text{h} \times 1/1000 = 0.06\text{mSv/a}$ 。

④本项目后装机房与直线加速器机房相邻，根据表 11-4 后装治疗时对机房周边人员剂量贡献非常微小，因此对加速器控制室人员的影响可忽略不计；同样直线加速器运行时根据医院提供的《陕西省勉县医院肿瘤放疗中心核技术利用项目环境影响报告表》，直线加速器治疗时对机房外人员剂量贡献非常微小，对本项目后装工作人员也可忽略不计。同时运行对机房周围的公众人员剂量叠加影响也可忽略不计。

#### 4.7 更换放射源过程中的环境影响

项目后装机使用 1 枚放射源  $^{192}\text{Ir}$ ，其半衰期为 74 天。根据医院诊疗计划，项目放射源使用达到 2 个半衰期时需更换，即 148 天更换一次，每年更换 2-3 次，最多产生 3 枚废放射源。放射源更换应进行转让审批，转让活动结束后 20 日内进行备案，由厂家安排换源及换源后的整机调试。贮源容器供运输和使用时贮存放射源，更换放射源时，厂家使用新的贮源容器运输放射源至医院后装治疗机房内，连同贮源容器一起置换，即换源的过程就是贮源容器的置换过程，退役的放射源连同原贮源容器一起运输至设备厂家进行回收处置。

更换放射源全程由厂家专业人员按国家相关规定负责操作完成，期间医院需进行配合，主要工作有：按照医院院内运输、装源方案设置警戒区，提供现场电源、安保工作等，装源现场在后装机房内进行，医院工作人员不直接参与放射源的更换操作，仅监督辅助厂家专业人员按国家相关规定进行更换操作，因此，更换放射源时对控制室内人员及机房周围的辐射环境影响较小。

#### (6) 固体废物环境影响

项目更换的废<sup>192</sup>Ir放射源由供源单位回收，不在项目工作场所内存放，不在废放射源对周边环境的影响。

### 11.3 事故影响分析

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重急性死亡。

重大辐射事故，是指I类、II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2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指III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9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

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。

#### 后装机运行可能发生的辐射事故

(1) 安全连锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入后装治疗机房，如果这时运行放射源，则可能造成误照射事故。

(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环境便运行后装治疗机，则会造成机房中人员误照射。

(3) 外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射。

(4) 后装机设备故障，在使用过程中卡源事故。

(5) 放射源丢失或被盜事故。

## 2、事故分析

当放射源处于裸源状态，估算在距放射源  $^{192}\text{Ir}$  不同距离、不同接触时间人员所接受的有效剂量，根据公式  $H=H_0 \cdot f/R^2$ ， $^{192}\text{Ir}$  裸露可能导致的有效剂量计算结果见表 11-6。

表 11-6 裸源情况下达到剂量限值所需时间

剂量限值 \ 距离	0.05m	0.1m	0.5m	1m	2m	2.5m
20mSv	4.38s	17.53s	7.3min	29.22min	116.87min	182.62min
1mSv	0.22s	0.87s	21.91s	1.46min	5.84min	7.13min

事故情景假设及后果估算：

若发生警示灯和联锁装置损坏，人员误入治疗室，当离开放射源 1m 超过 1.46min 时会造成超过公众 1mSv 剂量照射。

若治疗过程中出现卡源事故，人员进入治疗室进行手动回源，当超过 7.3min（与放射源距离以 0.5m 计算），会造成剂量的照射超过放射工作人员 20mSv 的限值。

## 3、采取的预防措施

(1) 医院应对从事辐射的操作人员进行定期培训，进行考核，考核不合格的，不得上岗。加强设备运行管理，使放射源的安全管理制度规范化和制度化。

(2) 设备安装调试时必须由设备厂家专业人员负责完成，安装调试时关闭防护门，并在机房门外设立辐射警示标志。更换放射源时应对治疗室实行封闭管理，并在机房门外设立警戒线，无关人员严禁进入，更换放射源工作必须由设备厂家专业人员负责完成，换源结束后应对现场进行详细的辐射剂量率测量。

(3) 应经常检查治疗系统的安全装置，确保处于正常工作状态，安全装置发生故障时应及时排除，安全装置的故障未排除前，治疗系统不得进行开机操作。

(4) 每天开机前应检查联锁装置、报警装置的工作状态，保证其处于良好的工作状态，防止带故障开机操作。

(5) 治疗过程中出现卡源事故

后装机本身设计具有放射源应急自动返回贮源器的功能。从而保证在实施治疗期间，当发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源能自动返回工作贮源器。

治疗过程如果出现停电或者系统故障导致卡源时，首先采用自动回源，当自动回源装置功能失效时，辐射工作人员将第一时间通过手动回源措施进行应急处理，从而减少患者的误照射。

在处理卡源的过程中，工作人员需携带个人剂量报警仪，穿戴辐射防护用品。卡源事故处理期间，安全系统同时显示和记录已照射的时间和剂量，直到下一次照射开始，同时应发出声光报警信号。操作间内的剂量监测系统可以实时监测机房内辐射剂量水平，剂量水平回归正常时代表处理完成。辐射工作人员进入机房内操作手动回源措施进行应急处理时，必须通过监测设施记录当时的辐射剂量率水平，记录处理时间和受照累积剂量。事故处理后及时总结并记录，包括事故发生的时间和地点、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量计算结果、采取的纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(6) 为防止放射源丢失、被盗，应加强安保工作，实行 24 小时监控。

应急措施：当发生放射源丢失被盗事故，事发发现者应立即上报医院辐射事故应急领导机构。接到报告后，医院应立即启动辐射事故应急预案。同时，保护事故现场，防止无关人员进入现场，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，并通过电话联系方式向当地环境保护主管部门和公安部门报告，协助公安、环保主管部门对被盗的密封源进行勘察和追缴。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

陕西省勉县医院后装治疗机核技术应用项目环境影响报告表（征求意见稿）

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

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》第十六条第一款的要求，使用放射源的，使用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。医院已按照上述要求成立了辐射安全与防护管理委员会，以法定代表人为组长的辐射安全与防护管理委员会，全面负责医院的辐射安全与防护管理日常工作。辐射安全与防护管理委员会主要职责如下：

- (1) 监督本单位贯彻执行国家及上级主管部门关于辐射安全与防护的法律、法规、规定、方针和政策。
- (2) 负责核技术利用项目新建、改建、扩建和放射诊疗许可证，辐射安全许可证申办及变更工作。
- (3) 对辐射安全与防护工作进行监督检查和指导工作。
- (4) 组织制定放射事件应急处理预案。
- (5) 负责放射诊疗设备的质量控制检测、辐射工作场所的环境监测、放射工作人员个人剂量监测、职业健康检查及辐射安全管理与培训工作。
- (6) 负责对核技术利用项目的辐射安全与防护状况进行年度评估。
- (7) 发生辐射事故时，统一指挥、协调、处理和报告，防止事故扩大，并将事故损失降到最低。
- (8) 发生的辐射事故按照“四不放过”原则组织调查处理，落实防护措施。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### 12.2.1 辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求，生产、销售和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、人员培训计划、监测方案等；第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

医院遵守相关法律法规，辐射管理工作比较规范，按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）相关规定，医院已制定了一系列辐射安全管理制度，包括：《医院辐射防护和安全保卫制度》《射线装置操作规程》《辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训计划》《辐射环境监测计划》《辐射工作人员个人剂量管理制度》和《辐射事故应急预案》等，并在工作中予以贯彻落实。针对本项目新增的肿瘤放疗中心，医院还应制定肿瘤诊疗中心科室的相关规章制度，将其纳入现有的规章管理制度之中，修改并完善医院相关的管理制度，补充《后装治疗操作流程》《放疗物理师岗位职责》等。医院应明确各科室人员责任，各项辐射安全管理制度落实到位，并定期对辐射安全控制效果进行评议。从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于工作场所醒目处。

#### 12.2.2 人员管理

针对本项目拟配备的放射工作人员，本评价提出以下要求：

（1）医院应组织放射工作人员参加辐射安全与防护培训取得合格证书，持证上岗。放射工作人员取得上岗证后，应按照《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）的规定，每五年进行再培训。项目运行期若新增人员，同样需要参加辐射安全培训并取得合格证书。

（2）放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；上岗后的放射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查；放射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查；放射工作人员职业健康检查工作应由职业健康检查机构承担。

（3）放射工作人员要接受个人剂量监测，医院应建立个人剂量档案。放射工作人员调动时，个人剂量档案将随其转给调入单位，个人剂量档案终身保存；个人剂量计的监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月，工作人员个人剂量监测工作应委托具有相关资质的个人剂量监测技术服务机构进行。

### 12.2.3 辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）的相关要求，核技术利用单位应进行辐射安全管理标准化建设。

医院现有的辐射安全管理与标准化建设的具体要求对照情况见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容	管理要求	有无
决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	有
	年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理内容。	有
	明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。	有
	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	有
人员管理	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求，向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	有
	负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	有
	建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。	有
	建立辐射环境安全管理档案。	有
	对辐射工作场所实施巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录。	有
直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常。	有
	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。	有
	了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。	有
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理。	有
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人。	有
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。	有
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账。	有
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案。	有
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训	有

	的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。	
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。	有
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。	有
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等），建立维护与维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。	有
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案。	有
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。	有
*应急管理	结合单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行应急演练。	有，需要完善
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括以下内容：①可能发生的辐射事故危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处置程序。	有，需要完善

根据表 12-1 可知，医院现有的辐射安全管理制度基本满足陕环办发（2018）29 号相关要求，但辐射事故应急预案内容应根据本项目新增的后装治疗机，补充可能发生的辐射事故，完善应急响应措施，环评要求医院进一步完善并细化现有辐射事故应急预案并加强演练。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 现有项目的辐射监测开展情况

（1）医院现有辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并委托有资质的单位每季度进行检测；

（2）医院已委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线机房的各面屏蔽墙和防护门等，并每年向辐射安全许可证发证机关提交本院的射线装置的安全和防护状况评估报告。

### 12.3.2 本项目辐射监测计划

本项目正式投运后，应定期对机房进行监测，监测要求如下：

#### （1）个人剂量监测

本项目配备的辐射工作人员，医院应为其配备个人剂量计，保证所有辐射工

作人员在进行辐射工作时专人佩戴，定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。

(2) 工作场所监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院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，包括个人剂量报警仪、便携式辐射监测仪等。定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督（监测）检查，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

设备配置：配备有 1 台便携式辐射监测仪并按照国家规定进行计量检定。

监测要求：

a、委托有资质单位对本项目机房进行监测，监测频次不小于1次/年，监测结果应详细记录并存档；b、利用自主检测设备定期对机房周边环境进行巡检，若发现异常情况，应立即采取应急措施，停止放射工作，并查找原因；c、将本次新建机房的检测结果纳入医院辐射安全和防护状况评估报告中，并在每年1月31日之前上报发证机关。

医院应针对核技术应用项目制定相应的辐射监测方案，具体的监测计划见下表 12-2。

表 12-2 项目监测计划表

位置	监测内容	监测点位	监测因子	监测频次
机房	防护检测	四周屏蔽墙外30cm处、机房楼上30cm处、控制室、防护门外30cm处、电缆沟、通风口	γ辐射剂量率	每季度自测一次，委托有资质单位每年监测一次
		储源器表面5cm、100cm	储源器表面5cm、100cm	每次换源或维修后
	个人剂量监测	放射工作人员个人剂量计	个人累计剂量	委托有资质单位每季度监测一次

## 12.4 辐射应急事故

为了加强对辐射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了陕西省勉县医院辐射事故应急处理预案，成立了辐射事故应急处理领导小组，开展辐射事故的应急处理救援工作。应急预案规定辐射事故应急处理机构、辐射事故应急救援遵循原则、应急处理程序，内容较全，措施得当，便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时可行。

医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》和《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表〉的通知》要求，针对应急预案，应完善和补充的措施：强化应急预案的可操作性，完善应急响应程序，在预案中应补充应急人员的培训及应急的装备、资金、物质准备情况。将本项目后装机运行可能发生的辐射事故纳入应急预案。

本环评要求项目及运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并做好记录；
- (2) 根据国家最新法律法规、结合医院实际情况，及时对应急预案进行补充修改完善，使其更能符合实际要求。

## 12.5 从事辐射活动能力评估

### 12.5 环境保护投资与“三同时”环保验收一览表

#### 12.5.1 环保投资

项目总计投资3000万元，其中环保投资92元，占总投资的3.07%，主要辐射安全防护设施的建设，个人防护用品、辐射监测仪器购置以及工作人员培训、体检费用等。项目环保投资明细一览表见表12-3。

表 12-3 项目环保投资明细一览表

实施时段	类别	污染防治措施或设施		费用（万元）
运营期	屏蔽措施	机房墙体屏蔽		计入工程投资
		各机房铅门铅窗购买及安装施工		10.0
	安全防护措施	后装机房	门机源联锁装置、红外防夹装置、自动闭门装置、工作状态指示灯、电离辐射警示标志、摄像监控装置、固定式剂量报警装置、对讲装置、个人剂	6.0

		量计、个人剂量报警仪等。	
	警告标志	电离辐射警示标志、候诊区放射防护注意事项告知栏、控制区与监督区标志。	0.5
	废气处理	动力送排风装置及配套管网 1 套，风管穿墙的屏蔽补充措施	60.0
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员、辐射安全分管管理领导均应参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并在通过考核后方可从事相关工作。	1.0
	个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员应定期健康检查，定期进行个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。	
环境监测	工作场所定期监测（委托有资质单位开展后装机工作场所辐射环境年度监测）		1.0
	个人剂量报警仪 2 台		2.0
	便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台		现有
环境管理	完善的环境管理制度及管理制度		0.5
	环境影响评价及竣工环境保护验收费用		10.0
合计			92

### 12.5.2 竣工环境保护验收

为规范项目竣工环境保护验收的程序和标准，强化医院环境保护主体责任，根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施）以及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定，项目竣工后应及时进行自主验收，编制验收监测报告。项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收方式
	辐射安全管理机构	设立辐射安全与防护管理委员会并明确成员职责，负责项目辐射安全与管理工作。
2	辐射安全管理制度 制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，人员培训计划，监测方案，辐射事故应急措施等规章制度	按照项目的实际情况，制定内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对后装机使用过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急物质。定期进行辐射事故应急演练。

3	辐射安全防护措施		固定式剂量警报装置、工作信号指示灯、电离辐射警告标识、实时摄像监控系统、门机联锁装置、对讲装置、急停按钮、防护门开关、便携式辐射剂量监测仪、光幕式红外防夹装置、手动开门装置等、应急储源容器、长柄镊子等
4	防护用品		每个放射工作人员佩戴个人剂量计
5	机房通风		后装机房内设置动力送排风装置，废气引至肿瘤放疗中心楼外排放。
6	环境监测仪器		配备 1 台 X-γ 辐射剂量监测仪器，每年检定 1 次，应定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并详细记录监测数据并归档。
7	职业教育培训		放射工作人员应定期参加辐射安全与防护知识培训，经考核合格并取得合格证后方可上岗。
8	个人剂量档案		为每名放射工作人员配备个人剂量计，放射工作时要求佩戴，定期送检并保存放射工作人员个人剂量监测档案。
9	健康档案		定期对放射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康检查档案。
10	剂量管理 限值	剂量限值	项目公众年有效剂量约束值取 0.1mSv，职业工作人员年有效剂量约束值取 5mSv。
		墙体外剂量率控制	后装机房在正常工况下监测机房周围辐射当量剂量率，屏蔽体外表面 30cm 处剂量率满足剂量率参考控制水平。
<p>根据环评要求及陕环办发〔2018〕192号文件要求，按照项目实际情况，制定内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对本项目射线装置运行后可能存在的风险，完善辐射事故应急预案，落实必要的应急物资，定期进行辐射事故应急演练。</p>			

陕西省勉县医院后装治疗机核技术应用项目环境影响报告表（公示稿）

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

陕西省勉县医院医院拟在院区东北侧肿瘤放疗中心（地上 2 层）的一间预留机房安装使用后装治疗机，使用 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源开展肿瘤治疗工作，并对周围辅助用房进行改建，使其符合后装治疗机开展治疗工作时对功能用房的需求。

项目总投资 3000 万元，其中环保投资 92 元，占总投资的 3.07%。

#### 13.1.2 实践正当性

本项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院整体医疗水平的提高具有积极的意义，项目建设所带来的个人和社会利益远大于可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18881-2002）“实践正当性”的要求。

#### 13.1.3 辐射环境质量现状结论

现场监测时，肿瘤放疗中心楼主体还未建设，因此本次在肿瘤放疗中心楼所在位置及周围进行了辐射环境现状监测。根据监测结果，本项目拟建放射诊疗工作场所及周边环境的 $\gamma$ 辐射剂量率量为 60~90nGy/h（已扣除宇宙射线响应值）。项目辐射工作场所及周边环境的空气吸收剂量率与陕西省天然环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于同一水平，表明项目所在地空气吸收剂量率处于正常环境本底水平，辐射环境质量现状无异常。

#### 13.1.4 辐射安全与防护分析结论

后装拟设置固定式剂量报警装置、门-机-灯联锁装置、实时摄像视频装置、双向对讲系统、急停按钮、工作状态指示灯、光幕式红外防夹装置、手动开门装置、应急储源容器、长柄镊子等，辐射工作场所明显位置张贴电离辐射警示标识，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）相关要求。

#### 13.1.5 辐射环境影响分析

##### ①屏蔽能力分析

经计算，本项目后装机房设计屏蔽措施满足相关要求，机房外关注点处的剂

量率满足各关注点剂量率参考控制水平，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《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）相关要求。

②后装治疗放射工作人员在控制室所受照射剂量为  $6.02 \times 10^{-9} \text{mSv/a}$ ，摆位过程受照剂量为  $0.42 \text{mSv/a}$ ，因此后装机放射工作人员所受照射年附加有效剂量为  $(6.02 \times 10^{-9} + 0.42) = 0.42 \text{mSv}$ 。本项目后装治疗实施前需进行患者 CT 模拟定位，CT 模拟定位机工作人员剂量需叠加本项目后装患者定位时产生的年附加剂量为  $0.05 \text{mSv}$ 。

③本项目后装机房与直线加速器机房相邻，后装治疗时对机房周边人员剂量贡献非常微小，因此对加速器控制室人员的影响可忽略不计。同样直线加速器运行时根据医院提供的《陕西省勉县医院肿瘤放疗中心新建技术利用项目环境影响报告表》，直线加速器治疗时对机房外人员剂量贡献非常微小，对本项目后装工作人员也可忽略不计。

后装机房与直线加速器机同时运行时机房周围的公众人员剂量叠加影响也可忽略不计。CT 模拟定位机对公众（屋顶办公室）年附加有效剂量需叠加本项目后装患者定位时产生的年附加剂量为  $0.06 \text{mSv}$ 。

### 13.1.6 医院辐射安全管理的综合能力

医院成立了辐射安全防护管理机构，并明确了相关成员职责；医院制定了一系列辐射安全管理制度，用于指导和规范从事放射活动的人员做好辐射安全和放射防护工作。安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确；有辐射事故应急预案与安全规章制度；辐射安全管理方面落实良好。根据本项目的建设内容，医院还应制定肿瘤诊疗中心科室的相关规章制度，修改并完善医院相关的管理制度。项目开展后将其纳入医院现有辐射安全管理体系，并根据人事变动情况及时调整人员名单，明确相关人员职责，可满足项目对辐射安全管理的要求。

### 13.1.7 环境影响分析结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则；项目在落实本报告提出的各项污染防治措施、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运行期对周围环境的辐射影

响可达到合理且尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致放射工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准限值要求，符合剂量限值约束原则。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，项目建设可行。

### 13.2 建议与承诺

(1) 项目竣工后，医院应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收；

(2) 项目建成运行后，应严格执行辐射环境监测制度，每年应对射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送上一年度辐射安全年度评估报告。

(3) 不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到万无一失。

陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表(公示稿)

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日

陕西省勉县医院后装治疗机核技术利用项目环境影响报告表（公示稿）