

核技术利用建设项目

舞阳县人民医院射线装置应用项目
环境影响报告表
(报批版)



核技术利用建设项目

舞阳县人民医院射线装置应用项目
环境影响报告表



建设单位名称：舞阳县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：舞阳县北京路南段

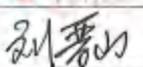
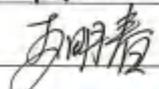
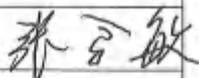
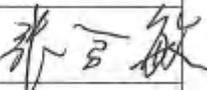
邮政编码：462400 联系人：董其超

联系电话：13569696933

打印编号: 1598407673000

47089

编制单位和编制人员情况表

项目编号	7B26b		
建设项目名称	舞阳县人民医院射线装置应用项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高干已许可范围等级的核素或射线装置）		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	舞阳县人民医院		
统一社会信用代码	12411121418185698G		
法定代表人（签章）	刘晋山 		
主要负责人（签字）	李明春 		
直接负责的主管人员（签字）	张中兴 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）		
统一社会信用代码	1251000078669375X5		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张笃敏	07355123505510377	BH 009533	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张笃敏	项目基本情况、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状	BH 009533	
张满月	项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH 012281	



环境影响评价信用平台

姓名: 从业单位名称:

职业资格情况: 职业资格证书管理号:

信用编号:

序号	姓名	从业单位名称	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书数量 (经批准)	近三年编制报告表数量 (经批准)	当前状态	更新时间
1	张洪丹	四川南核工业辐射测试研究院 (四川南核应急技术支持中心)	BH012261	2013035510350000003512510690	0	0	正常公开	2019-11-08 10:15:02

首页 < 上一页 1 下一页 > 尾页 当前 1 / 20 条, 共 20 页, 共 1 条



环境影响评价信用平台

姓名: 从业单位名称:

职业资格情况: 职业资格证书管理号:

信用编号:

序号	姓名	从业单位名称	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书数量 (经批准)	近三年编制报告表数量 (经批准)	当前状态	更新时间
1	张每敏	四川南核工业辐射测试研究院 (四川南核应急技术支持中心)	BH009533	07355123505510377	0	0	正常公开	2019-11-06 09:34:20

首页 < 上一页 1 下一页 > 尾页 当前 1 / 20 条, 共 20 页, 共 1 条

机关事业单位养老保险个人参保（权益）证明（按月）

姓名：张潇月

性别：女

身份证号 513228198702240027

个人编号：2003211059

四川省核工业辐射测试防护
院（四川省核应急技术支持
中心）
参保单位



（一）参保单位情况

险种	参保情况
机关事业单位养老保险	已参保
职业年金	已参保

（二）参保缴费明细

期号	缴费情况					
	单位名称	险种类型	缴费基数	单位实缴	个人实缴	缴费标志
201909	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
201910	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
201911	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
201912	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
202001	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
202001	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	399.00	63.84	31.92	已足额到账
202002	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
202002	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	399.00	63.84	31.92	已足额到账
202003	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5387.00	861.92	430.96	已足额到账
202003	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	399.00	63.84	31.92	已足额到账
202004	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5786.00	925.76	462.88	已足额到账
202005	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	机关事业单位养老保险	5786.00	925.76	462.88	已足额到账

备注：

- 1、本参保证明验证网址：<http://119.6.84.89:8116/scsbwt/zm yz/index.html>
- 2、本参保证明验证码：87024552
- 3、本参保证明有效期至：2020-08-03

申请日期：2020-07-03

机关事业单位养老保险个人参保(权益)证明(按月)

姓名: 张笃敏

性别: 男

身份证号: 31000119710303

个人编号: 2000097825

参保单位: 四川省核工业辐射测试防护院 技术支持



(一) 参保单位情况

险种	
机关事业单位养老保险	已参保
职业年金	已参保

(二) 参保缴费明细

期号	缴费情况					
	单位名称	险种类型	缴费基数	单位实缴	个人实缴	缴费标志
201807	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201808	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201809	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201810	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201811	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201812	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201901	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201901	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	321.00	64.2	25.68	已足额到账
201902	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	8949.00	1789.8	715.92	已足额到账
201902	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	321.00	64.2	25.68	已足额到账
201903	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1854	741.6	已足额到账
201904	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1854	741.6	已足额到账
201905	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201906	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201907	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201908	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201909	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201910	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201911	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账
201912	四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)	机关事业单位养老保险	9270.00	1853.2	741.6	已足额到账



事业单位法人证书

统一社会信用代码 1251000078669375X5

名称 四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）

宗旨 和 开展西南地区（不包括中国工业物理研究所）不同核反应堆全寿期及退役事故应急处置技术支撑工作，承担核工业辐射防护辐射监测与评价、辐射源项与安全防护、辐射环境影响评价等工作，开展国土核素示踪剂示踪剂应用研究、核素分析测试和科学研究，核素源与核素仪器设备的计量检定（校准）及技术服务，承担应急技术支持和科普等工作。

经费来源 核定收支，定额补助

开办资金 2000万元

住所 成都市成华区华冠路35号

举办单位 四川省核工业地质局



有效期 自2024年12月19日至2027年12月19日

请于每年3月31日前向登记机关报送上一年度的年度报告

修改情况说明

专家姓名	专家意见	修改说明
付海林	1、进一步描述建设项目周边主要环保目标及距离，并在示意图上表明距离	已描述建设项目周边主要环保目标及距离，示意图已明确 50m 范围。详见报告 P4 图 1-2
	2、阐述医用电子直线加速器机房排风系统（进风口、出风口的合理性）	已补充医用电子直线加速器机房排风系统，描述了进风、出风口合理性，详见报告 P61
	3、补充报告质量控制内容	已补充关于检测报告质量控制内容，详见报告 P21
李景泰	1、补充原有加速器履行环保手续情况介绍；使用近年来项目辐射安全年度评估报告说明原有机房防护性能的同时应细化新旧加速器主要技术参数特点的对比分析（例如原有加速器是否具有调强功能、射线能量档位设置、主射线束张角、加速器安装位置及朝向是否	已补充原有加速器履行环保手续情况介绍，详见报告 P5 表 1-2；已补充原有加速器机房年度检测报告（XZL20191025-02），明确了原有机房防护性能情况，详见报告 P5-P6 及附件 8；已补充细化新旧加速器主要技术参数特点的对比

变更等)	分析, 详见报告 P26 表 9-1
2、建议采用新发布的 GBZ130-2020 作为评价依据进行评价	已补充 GBZ130-2020 作为评价依据, 详见报告 P19-P20
3、明确加速器机房新增的安全与防护设施位置, 提出不得破坏或降低机房原有防护能力的施工要求, 对安装固定式剂量监测设备等提出具体要求	已明确加速器机房新增的安全与防护设施位置, 详见报告 P33, 已对施工提成具体要求, 详见报告 P35, 已对安装固定式剂量监测设备等内容提出了具体要求, 详见报告 P36-P37 表 10-3
4、进一步细化各射线装置机房屏蔽墙体材料、密度的说明, 明确 DSA 机房使用的铅板是加挂在墙体内测还是外侧, 并对其进行优化分析	已细化 DSA 机房屏蔽墙体材料、密度的说明, 详见报告 P39, 已明确 DSA 机房使用的铅板加挂在机房外侧, 已对其进行优化分析, 详见报告 P39 及表 10-3
5、DSA 机房下方走廊处应考虑两台设备同时工作可能带来的叠加影响。	已补充两台设备同时工作的叠加影响, 详见报告 P71

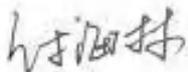
	6、完善项目辐射工作人员配置数量、岗位说明	已完善项目辐射工作人员配置数量以及岗位说明，详见报告 P74
张树义	1、建设单位简介补充涉及放射设备、人员利旧部分的描述；	已在建设单位简介中补充放射设备情况，人员情况描述，详见报告 P1
	2、“X 射线能量为 6MeV”改为“X 射线能量为 6MV”	已与专家沟通全文统一改为 6MeV
	3、完善医用电子直线加速器平面布局图示	已完善医用电子直线加速器平面布局图，详见报告 P8 图 1-4
	4、事故工况下污染途径 DSA 内包括内容修改（介入只能引起放射性疾病；受检者皮肤电离辐射损伤，工作人员手部的电离辐射损伤，长期使用床上球管照射易造成工作人员放射性白内障等）	已修改 DSA 事故工况下污染途径，详见报告 P30
	5、核实医用电子直线加速器机房东、西顶部屏蔽墙宽度	已核实医用电子直线加速器机房东、西顶部屏蔽墙宽度，详见报告 P33 表 10-2

<p>6、DSA 机房四周墙体建筑材料能否采用实心砖或者混凝土，减少散射线对工作人员的健康影响</p>	<p>已与建设单位核实，四周墙体防护材料为200mm 加气混凝土砌块墙+4mm 铅板，可以满足标准要求</p>
<p>7、增加医用电子直线加速器机房排风管道屏蔽补偿的评价</p>	<p>已增加医用电子直线加速器机房排风管道屏蔽补偿评价，详见报告 P61</p>
<p>8、增加医用电子直线加速器机房防护门中子的防护评价</p>	<p>已增加医用电子直线加速器防护门中子的防护评价内容，详见报告 P54-P57</p>
<p>9、完善附件相关内容（用人单位制定的管理目标值、涉及项目有资质机构出具施工图及各种数据参数、密度等）</p>	<p>已完善附件内容，补充了单位设置的管理目标值、施工图纸、设备参数等内容，详见附件 9</p>

舞阳县人民医院射线装置应用项目 环境影响报告表技术审查意见

经审阅认为：四川省核工业辐射测试防护院编制的舞阳县人民医院射线装置应用项目环境影响报告表编制规范，评价范围、评价因子、评价标准选择正确，评价方法符合技术导则要求，检测数据和分析评价结论总体可信，环保目标及辐射安全防护措施可行，报告表完善后可报审管部门审批。修改意见如下：

1. 进一步描述建设项目周边主要环保目标及距离，并在示意图上标明距离。
2. 阐述医用电子直线加速器机房排风系统即进风口和出风口的合理性。
3. 补充报告质量控制内容。

审阅人： 

时 间：2020年9月10日

舞阳县人民医院射线装置应用 项目环境影响报告表意见

一、该报告表评价目的明确，符合《辐射环境保护管理导则、核技术应用环境影响报告表的内容和格式》，评价方法适宜，对该项目辐射防护设施设计情况介绍清晰，结论正确，建议可行；

二、建议报告表增加以下内容：

1、建设单位简介补充涉及放射设备、人员利旧部分的描述；

2、“X射线能量为6MeV”改为“X射线能量为6MV”；

3、完善医用电子直线加速器平面布局图示；

4、事故工况下污染途径 DSA 包括内容修改（介入只能引起放射性疾病；受检者皮肤电离辐射损伤，工作人员手部的电离辐射损伤，长期使用床上球管照射易造成工作人员放射性白内障等）；

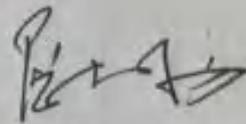
5、核实医用电子直线加速器机房东、西、顶部屏蔽墙宽度；

6、DSA 机房四周墙体建筑材质能否采用实心砖或混凝土，减少散射线对工作人员的健康影响；

7、增加医用电子直线加速器机房排风管道屏蔽补偿的评价；

8、增加医用电子直线加速器机房防护门中子防护的评价；

9、完善附件相关内容（用人单位制定管理目标值，涉及项目有资质涉及机构出具施工图及各种数据参数、密度等）。



2020年09月09日

核技术应用项目 环境影响报告表技术审查意见

项目名称：舞阳县人民医院射线装置应用项目

编制单位：四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）

该项目报告表编制规范，内容较全面，对项目主要辐射影响及其途径分析符合项目特点，评价技术路线与分析方法正确，评价结论总体可信，提出的环保措施建议原则可行。建议报告表做进一步修改完善后报审管部门审批，具体修改意见如下：

1、 补充原有加速器履行环保手续情况介绍；使用近年来项目辐射安全年度评估报告说明原有机房防护性能的同时应细化新旧加速器主要技术参数特点的对比分析，例如原有加速器是否具有调强功能、射线能量档位设置、主射线束张角、加速器安装位置及朝向是否变更等。

2、 建议采用新发布的 GBZ 130-2020 作为评价依据进行评价。

3、 明确加速器机房新增的安全与防护设施位置，提出不得破坏或降低机房原有防护能力的施工要求，对安装固定式剂量监测设备等提出具体要求。

4、 进一步细化各射线装置机房屏蔽墙体材料、密度的说明，明确加速器机房防护门不同屏蔽材料的层厚，明确 DSA 机房使用的铅板是加挂在墙体内测还是外侧，并对其进行优化分析。

5、 DSA 机房下方走廊处应考虑两台设备同时工作可能带来的叠加影响。

6、 完善项目辐射工作人员配置数量、岗位的说明。

审阅人：李景泰

2020 年 9 月 8 日

表 1 项目基本情况

建设项目名称		舞阳县人民医院射线装置应用项目				
建设单位		舞阳县人民医院				
法人代表	刘晋山	联系人	董其超	联系电话	13569696933	
注册地址		舞阳县北京路南段				
项目建设地点		医院新建介入治疗中心、改造直线加速器机房				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	3000	环保投资(万元)	300	投资比例(环保投资/总投资)	10%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封性放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/					
<p>1.1 建设单位简介</p> <p>舞阳县人民医院成立于 1932 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、急救为一体的综合性现代化二级甲等医院。占地面积 4.6 万 m²，建筑面积 5.6 万 m²，开放床位 800 张，是一所集医疗、急救、预防、教学、科研为一体的现代化二级综合性医院。多年来，医院重视技术创新，成功开展了心脏介入、冠状动脉造影、椎间孔镜微创术、关节镜微创术、胸腔镜、宫腔镜、腹腔镜微创技术、射频消融技术、气压弹道碎石、经皮肾镜微创术、钬激光治疗肾结石等 100 多项新技术，造福广大患者健康。医院先后被联合国儿童基金会和国家卫生部授予爱婴医院，并荣获“全国百姓放心医院”、“全省县级医院服务能力建设先进单位”、“省级文明单位”等百余项集体荣誉称号。医用目前拥有射线装置 11 台（其中 II 类射线装置 2 台，III 类射线装置 9 台），拥有放射工作人员 46 名。</p>						

1.2 项目由来

本项目建设内容涉及医用电子直线加速器及数字减影血管造影装置（以下简称 DSA），具体内容如下：

①根据医院总体发展规划，拟将医院供应室位置拆除建设介入治疗中心，拟在新建介入治疗中心一楼设置 2 间介入手术室（介入机房 1 及介入机房 2），拟新购 2 台 DSA 放置介入机房开展介入诊疗工作。

②拟淘汰原有 1 台医用电子直线加速器（型号：XHA600，X 线能量为 6MeV），对原有医用电子直线加速器机房进行改造，拟新购 1 台医用电子直线加速器（X 线能量为 10MeV）放置原有加速器机房进行放射治疗。

根据《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生计生委，2017 年 12 月 5 日起施行），DSA 及医用电子直线加速器均属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，该项目应进行环境影响评价，依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部第 1 号令），项目属于“五十、核与辐射”——“191 核技术利用建设项目”——“使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。受舞阳县人民医院的委托，四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）承担了本项目的环评工作。接到委托后，我单位进行了现场调查、资料收集工作，在此基础上编制完成了本项目的环评报告表。

1.3 评价目的

（1）对本项目拟改建址周围进行辐射环境现状监测，掌握辐射环境现状水平。

（2）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（3）满足国家和地方环保部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

（4）从辐射环境保护角度，论述本项目的可行性。

1.4 项目建设规模与具体内容

本项目拟新增使用 1 台医用电子直线加速器、2 台 DSA，射线装置具体情况见下表 1-1。

表 1-1 本次环评射线装置内容

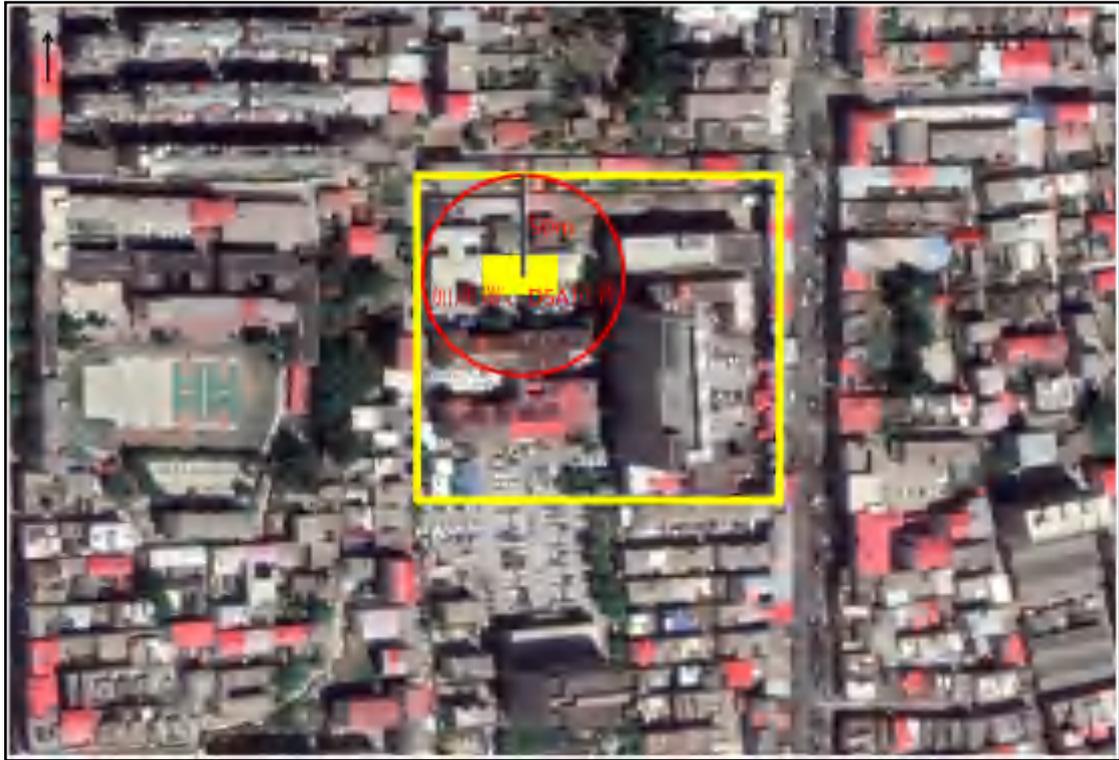
射线装置名称	型号	数量	类别	参数		工作场所
				最大能量	X 线：10MeV 电子线：12MeV	
医用电子直线加速器	XHA-1400	1 台	II类	最大输出剂量率	600cGy/min	原有加速器机房
				最大管电压	125kV	
1 号 DSA	未定	1	II类	最大管电流	1250mA	介入机房 1
				最大管电压	125kV	
2 号 DSA	未定	1	II类	最大管电压	125kV	介入机房 2
				最大管电流	1250mA	

1.5 项目位置及周围环境概况

舞阳县人民医院位于舞阳县北京路南段，院区东侧为北京路、南侧为东大街、西侧为光明路、北侧为商户，地理位置示意图见图 1-1，周围环境概况图见图 1-2，院区平面布置图见图 1-3。



图 1-1 项目地理位置示意图



备注：黄色区域代表本项目位置，红色圆形代表加速器及 DSA 机房 50m 范围

图 1-2 周围环境概况图

医用电子直线加速器机房位于医院西北角，为一层建筑（无地下室），机房东侧为控制室、配电房及走廊，机房南侧为模拟定位 CT 机机房及其控制室，机房西侧为风道，机房北侧为医院道路。机房平面布置图见图 1-4。

介入机房 1 位于新建介入治疗中心（2 层建筑，有地下室）一层西侧，机房东侧为无菌间及病人准备间，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为医院道路，机房北侧为控制室及谈话间，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。介入机房 2 位于新建介入治疗中心（2 层建筑，有地下室）一层东侧，机房东侧为医院道路，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为无菌间及病人准备间，机房北侧为控制室，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。介入机房平面布置图见图 1-5，介入机房下层平面布置图见图 1-6，介入机房上层平面布置图见图 1-7。

1.6 产业政策符合性

本项目直线加速器、DSA 建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》第一类第十三项“医药”第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设

备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”中的“数字化医学影像设备”，项目建设均属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.7 现有核技术利用项目情况

医院现持有漯河市生态环境局核发的辐射安全许可证，证号为豫环辐证【10504】，许可使用II、III类射线装置，有效期至2024年12月23日。现使用11台射线装置。现有核技术利用项目情况一览表见下表1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目一览表

序号	装置名称	类别	型号	环评批复文号	验收批复文号
1	直线加速器	II	XHI600	豫环辐表【2005】16号	豫环辐验【2011】286号
2	血管造影	II	CG-2100C	资料遗失	豫环辐验【2011】286号
3	模拟机	III	SL-1		
4	CT	III	Bright speed	豫环辐登记表【2008】40号	
5	X射线成像系统	III	新东方-1000		
6	数字化胃肠机	III	HF51-7		
7	64排双源CT	III	SOMATOM Definition flash stellar		
8	移动式X射线机	III	BIL Compactl	漯环辐表审【2016】第002号	
9	口腔全景及头颅X射线系统	III	EVOD		
10	数字化移动摄影X摄像机	III	Optima XR240amx	环境影响评价登记表备案：201941112100000193	
11	数字乳腺X射线系统	III	Navigator DR Care		

医院现有核技术利用项目均已按照相关法律法规进行了环境影响评价工作，各射线装置环保手续齐全。医院辐射工作人员已进行辐射安全与防护培训，工作人员佩戴有个人剂量计，定期进行了检测，建立有个人剂量档案。2019年度评估报告已上报辐射安全许可证发证机关。

1.8 现有加速器情况

现有 1 台医用电子直线加速器（型号：XHA600，X 线能量为 6MeV），目前加速器运行正常，年度检测报告（XZL20191025-02）详见附件 8，检测结果表明机房周围 X- γ 辐射剂量率范围为 125~836nSv/h，最大值位于机房东墙中间（主屏蔽区）外表面 30cm 处。满足豫环辐表【2005】16 号提出的剂量限值要求（加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h）。

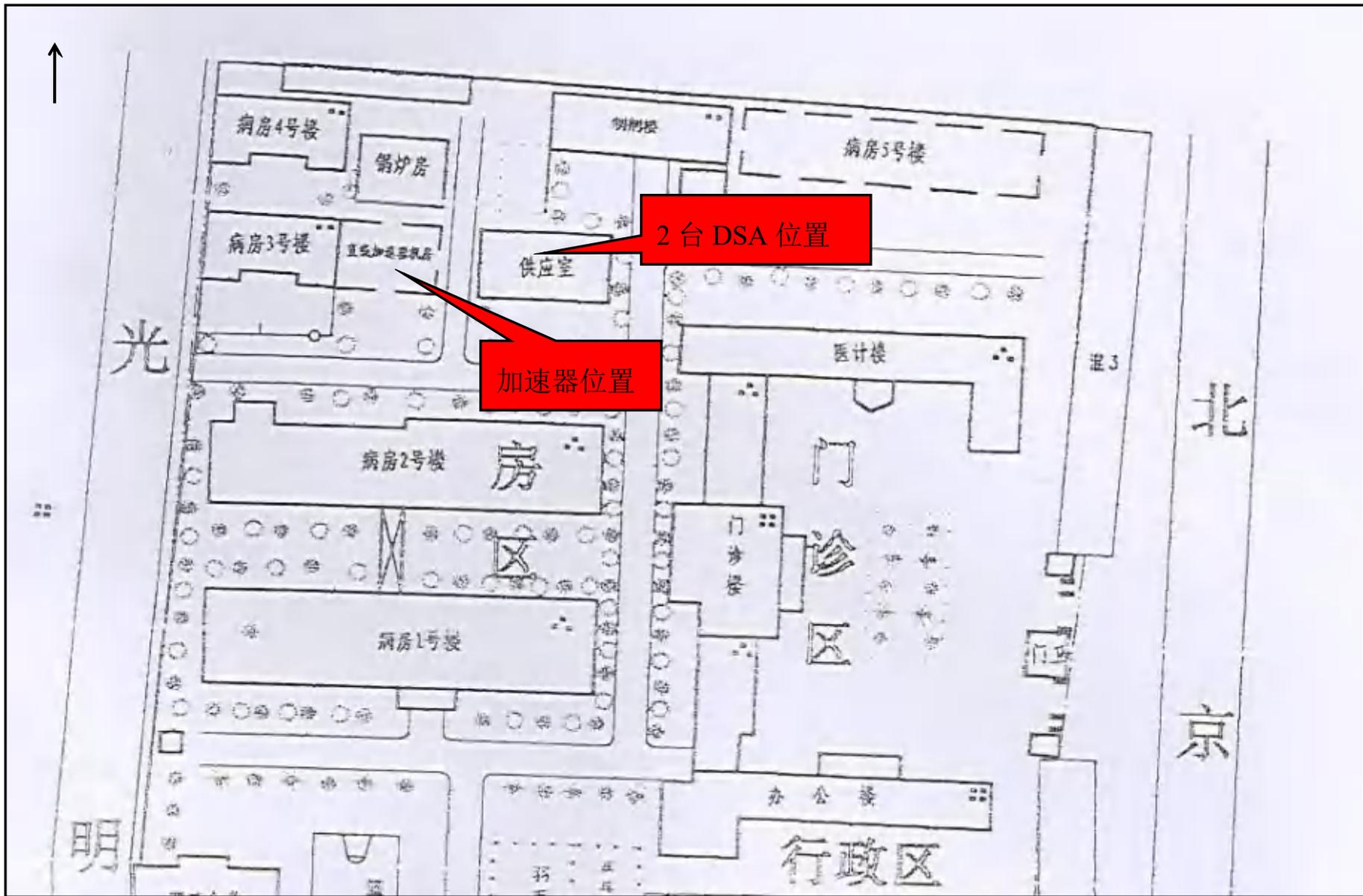
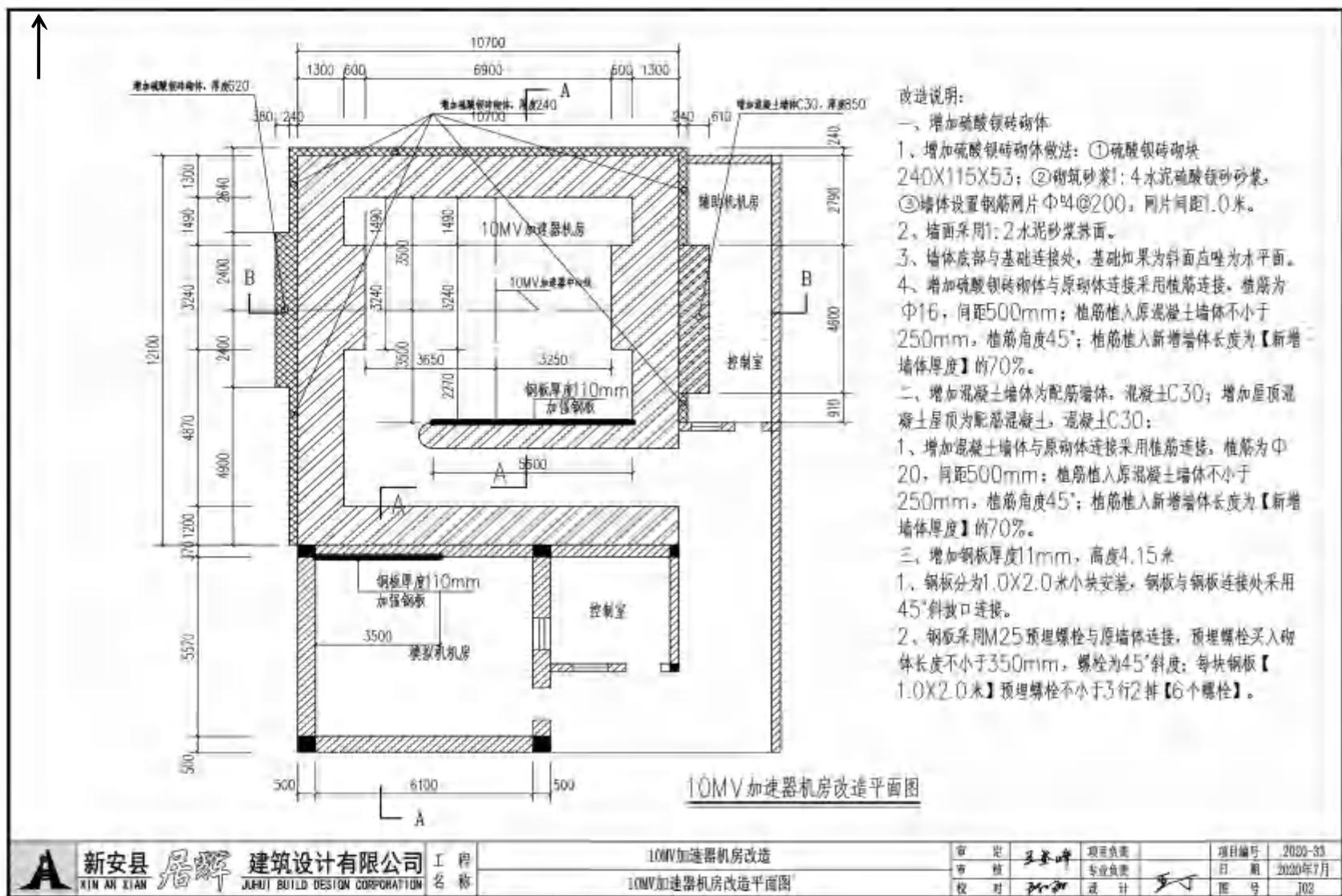


图 1-3 舞阳县人民医院新院区平面布置图



改造说明:

- 增加硫酸钡砌体
 - 增加硫酸钡砌体做法: ①硫酸钡砌块 240X115X53; ②砌筑砂浆: 4 水泥硫酸钡砂浆; ③墙体设置钢筋网片 $\Phi 4@200$, 网片间距1.0米。
 - 墙面采用1:2 水泥砂浆抹面。
 - 墙体底部与基础连接处, 基础如果是斜面应改为水平面。
 - 增加硫酸钡砌体与原砌体连接采用植筋连接, 植筋为 $\Phi 16$, 间距500mm; 植筋植入原混凝土墙体不小于250mm, 植筋角度45°; 植筋植入新增墙体长度为【新增墙体厚度】的70%。
- 增加混凝土墙体为配筋墙体, 混凝土C30; 增加屋顶混凝土屋顶为配筋混凝土, 混凝土C30:
 - 增加混凝土墙体与原砌体连接采用植筋连接, 植筋为 $\Phi 20$, 间距500mm; 植筋植入原混凝土墙体不小于250mm, 植筋角度45°; 植筋植入新增墙体长度为【新增墙体厚度】的70%。
- 增加钢板厚度11mm, 高度4.15米
 - 钢板分为1.0X2.0米小块安装, 钢板与钢板连接处采用45°斜切口连接。
 - 钢板采用M25 预埋螺栓与原墙体连接, 预埋螺栓买入砌体长度不小于350mm, 螺栓为45°斜度; 每块钢板【1.0X2.0米】预埋螺栓不小于3行2排【6个螺栓】。

新安县 居群 建筑设计有限公司
XIN AN XIAN JU QUN JIAN ZHU DESIGN CORPORATION

工程名称: 10MV加速器机房改造
10MV加速器机房改造平面图

审 定	王 彦 峰	项目负责人	项目编号	2020-33
审 核		专业负责	日 期	2020年7月
校 对	孙 和	设 计	图 号	J02

图 1-4 直线加速器机房平面布置图

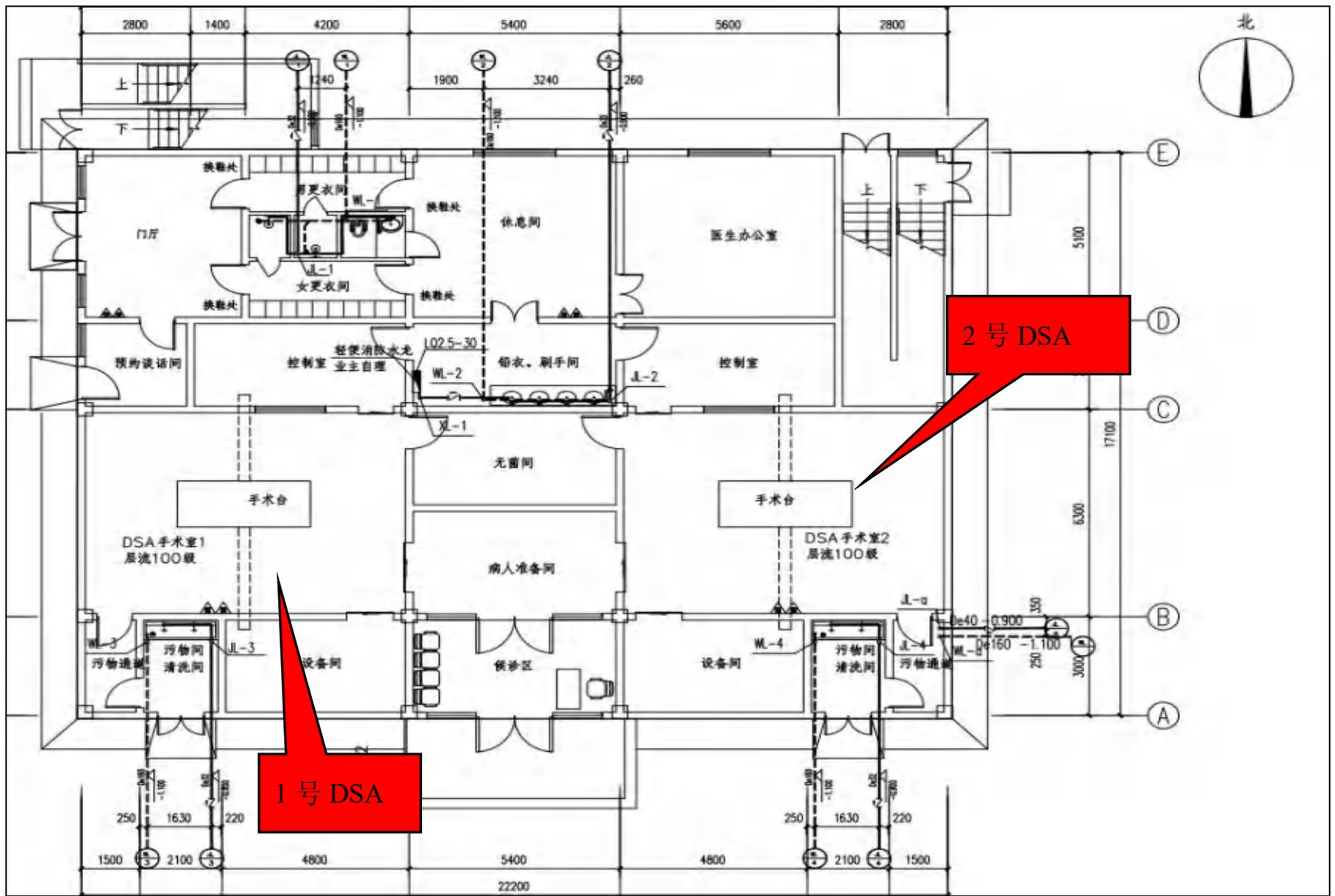


图 1-5 DSA 平面布置图

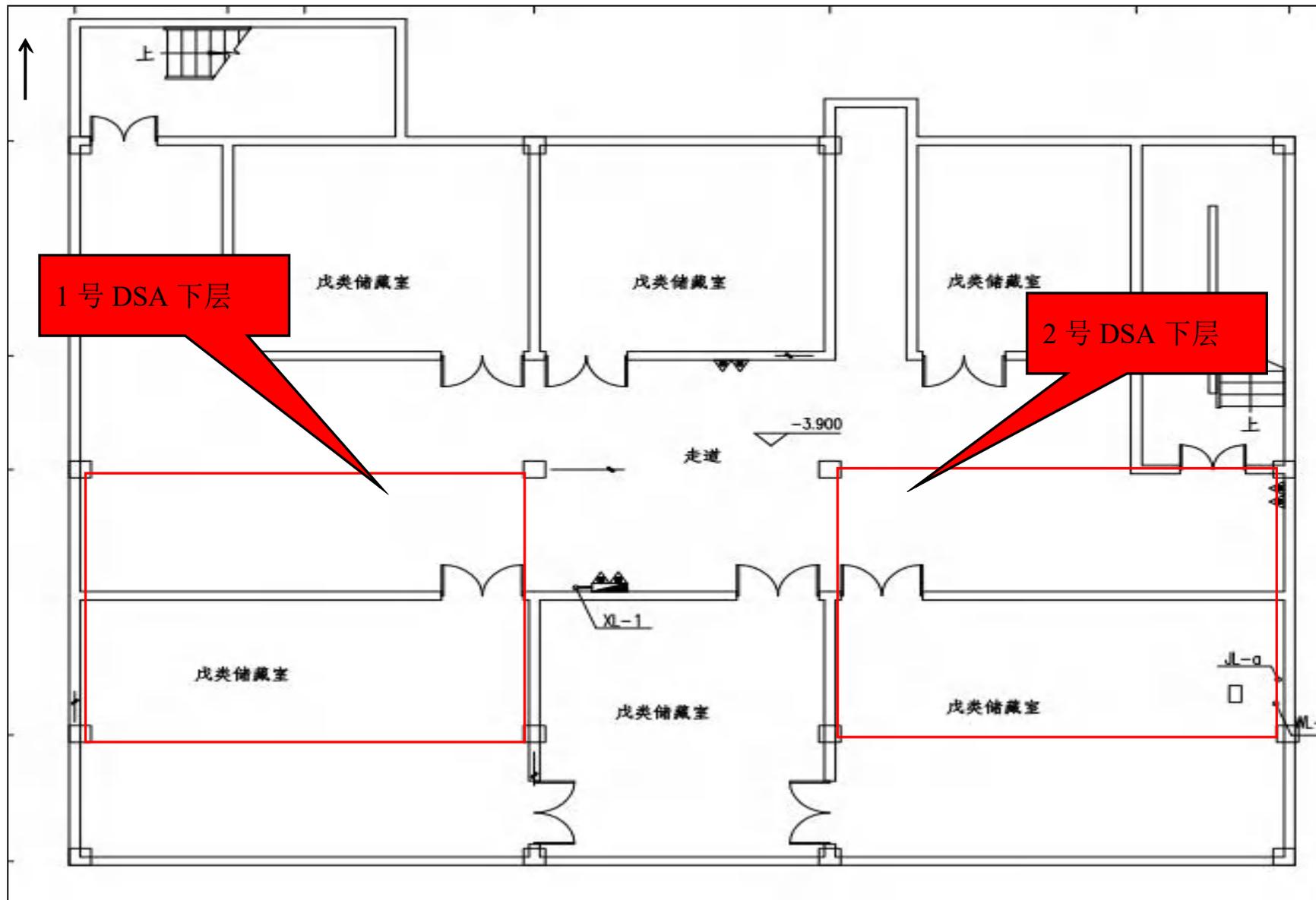


图 1-6 DSA 机房下层平面布置图

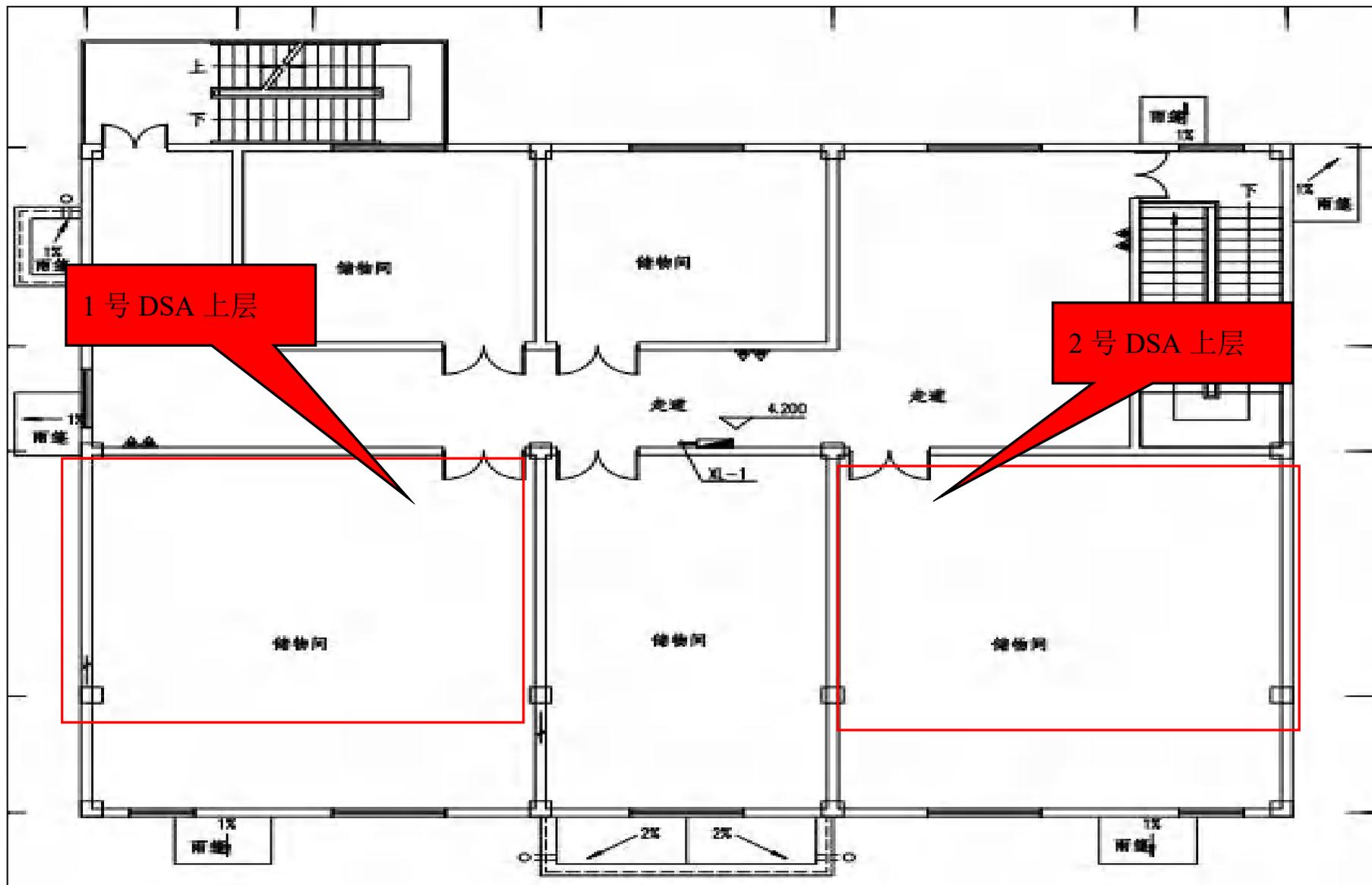


图 1-7 DSA 机房上层平面布置图

表 2 放射源

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

注：放射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)。

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
本项目不涉及										
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置（重点是放射性废弃物）

（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	额定电流(mA)/剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	医用直线加速器	II类	1台	XHA-1400	电子	X线：10MeV 电子线：12MeV	360Gy/h	放射治疗	放疗科	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	1号 DSA	II类	1台	未定	125	1250	介入诊疗	介入机房1	/
2	2号 DSA	II类	1台	未定	125	1250	介入诊疗	介入机房2	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

注：1.放射性废弃物主要是指废旧放射源

表 6 评价依据

6.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日起施行；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（2019 年 3 月 2 日，中华人民共和国国务院令第 709 号）修订；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布；根据 2019 年 8 月 22 日生态环境部发布的《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》修订；
- (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日起施行；
- (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），2011 年 5 月 1 日起施行；
- (9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，环境保护部及国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日；
- (10) 《河南省辐射污染防治条例》（2015 年 11 月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2016 年 3 月 1 日起施行。

6.2 标准、导则

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）
 - (2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）
 - (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
- 本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。本环评引用以下条款：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束值。）；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

B 1.2.1 剂量限值

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下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv（本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为公众人员的年剂量约束值。）；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量估计值不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

（4）《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）

本次环评引用以下条款：

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率宜不大于 2.5 μ Sv/h。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m²。

6.1.8 治疗室人口处必须设置防护门和迷路,防护门应与加速器联锁。

6.1.9 相关位置（例如治疗室人口处上方等）应安装醒目的辐射指示灯及辐

射标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

(5) 《室内空气质量标准》(GBT18883-2002) 臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第 1 部分：一般原则》(GBZ/T 201.1-2007)

(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/T 201.2-2011)

(8) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

本次环评引用以下条款：

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

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 6-1 要求。

表 6-1 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机 a	30	4.5
单管头 X 射线机 b	20	3.5
透视专用机 c、碎石定位机、 口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、 口腔 CT 坐位扫描/站位扫描	5	2
口内牙片机	3	1.5

a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。
b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。
c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足表 6-2 如下要求：

表 6-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量	非有用线束方向铅当量
	mmPb	mmPb
介入 X 射线设备机房	2	2

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b)CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h；其余各种类摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

5.5 机房应设有观察窗或摄影装置，其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。

5.6 机房内布局要合理，应避免有用线束，直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与诊断工作无关的杂物。机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。

5.8 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 6-3 基本种类要求的工作人员、患者和受检者防护用品与辅助设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

表 6-3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

(9) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本次环评调查引用以下条款：

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 6-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，

对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 6-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不做要求。

注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

本标准规定了职业性外照射个人监测的要求和方法。

本标准适用于职业性外照射个人监测。

本次验收引用以下内容：

5.3 佩带

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩带在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩带在背部中间。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

表 7 保护目标与评价标准

7.1.评价范围

通过分析，本项目主要是电离辐射对周围环境的影响，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的内容和格式的规定，考虑到该项目的实际情况，确定评价范围为各评价机房屏蔽墙体外 50m 范围。

7.2.保护目标

项目的环境保护目标为：从事本项目放射诊疗工作的职业人员以及在本项目各机房周围停留的公众人员，主要保护目标情况见下表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标一览表

场所	人员	距离	人数	照射类型
DSA 机房	机房操作室内职业工作人员	机房控制室内	约 2 人	职业照射
	DSA 机房内职业工作人员 (手术医生和护士)	机房内	约 4 人	职业照射
	机房周围的公众人员(包括 在机房邻近办公的医务人员 及公众)	机房周围 50m 内	流动人群	公众照射
直线加速器机房	机房操作室内职业工作人员	机房控制室内	约 5 人	职业照射
	机房周围的公众人员(包括 在机房邻近办公的医务人员 及公众)	机房周围 50m 内	流动人群	公众照射

表 7-2 评价标准

项目	评价标准	建设单位制定的管理目标值
直线加速器机房周围剂量当量率	《电子加速器放射治疗放射防护要求》 (GBZ126-2011)	在加速器防护门处、加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h，控制室周围剂量当量率不大于 0.5 μ Sv/h，
DSA 机房周围剂量当量率	《医用 X 射线诊断放射防护要求》 (GBZ130-2013)	透视模式下，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h，透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h
人员剂量约束限值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	工作人员：5mSv/a 公众人员：0.25mSv/a

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 概况

受舞阳县人民医院委托，郑州新知力科技有限公司于2020年5月7日对该医院射线装置应用项目拟建址周围环境的X- γ 辐射剂量率进行了现场检测。检测方法
及仪器信息见表8-1、表8-2。

表 8-1 检测方法

检测项目	检测标准	标准编号	备注
X- γ 辐射 剂量率	1.《辐射环境监测技术规范》 2.《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	HJ/T 61-2001 GB/T 14583-1993	/

表 8-2 检测仪器

检测 项目	仪器名称	仪器型号	测量范围	检定证书	
				证书编号	证书有效期
X- γ 辐射 剂量率	便携式辐射 检测仪	AT1123	辐射剂量率 50nSv/h-10Sv/h	医字 20200305-0097	2021年03月10日

8.2 质量控制措施

- 1.检测及分析均严格按照国家检测技术规范要求执行；
- 2.检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法；
- 3.检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内；
- 4.检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档；
- 5.检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。

8.3 检测结果

检测布点示意图详见检测报告，该医院射线装置应用项目拟建址周围 X- γ 辐射剂量率检测结果见表 8-3。

表 8-3 改造加速器机房拟建址周围 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	点位编号	点位描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)
1	1#	改造直线加速器机房中心处	74
2	2#	改造直线加速器机房东侧	74
3	3#	改造直线加速器机房北侧	76
4	4#	改造直线加速器机房南侧	74
5	5#	医院大门处	68
以下无数据			
注：①改造直线加速器机房地面为瓷砖； ②数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 37nGy/h。			

表 8-4 DSA 机房拟建址及其周围 X-γ辐射剂量率检测结果

序号	点位编号	点位描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)
1	1#	拟建介入治疗中心中心处	70
2	2#	拟建介入治疗中心东侧	71
3	3#	拟建介入治疗中心北侧	71
4	4#	拟建介入治疗中心西侧	72
5	5#	拟建介入治疗中心南侧	70
6	6#	医院大门处	68
以下无数据			
注：①拟建介入治疗中心地面为混凝土； ②数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 37nGy/h。			

8.4 检测结果分析

经检测，舞阳县人民医院改造直线加速器机房周围环境的空气吸收剂量率范围为 74nGy/h~76nGy/h，拟建介入治疗中心周围环境的空气吸收剂量率范围为 70nGy/h~72nGy/h。项目拟建址周围辐射现状水平正常，无辐射异常点位。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 医用直线加速器

9.1.1 工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。从电子枪发射出的同步电子束注入已建立高梯度的驻波加速场中加速，在加速器末端，电子束加速到所需能量后，经过漂移管进入偏转磁场。电子束偏转后由变为垂直出射，并同时完成聚集和消除能谱色差形成直径 2mm 左右的平行束流，经过引出窗到达移动靶件处。

因此，电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶部位进行照射，也可利用 X 线束对患者病灶部位进行照射，杀伤肿瘤细胞。

9.1.2 设备组成

电子直线加速器设备结构及组成：主机（等中心旋转机架、辐射头、治疗床、加速器控制系统）、水冷温控系统、三相交流稳压电源和高压脉冲调制器、多叶准直器、实时影像系统组成。典型医用直线加速器示意图及结构图见下图 9-1 和图 9-2：

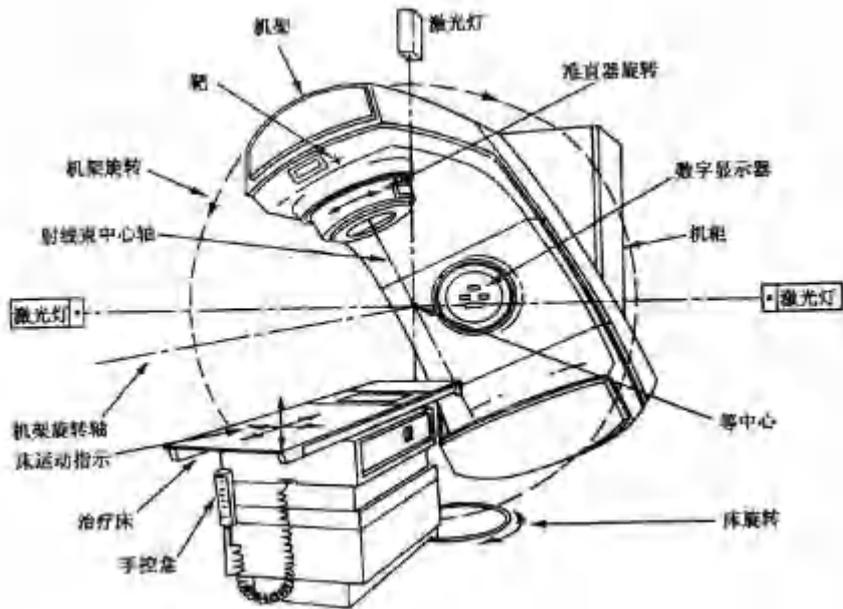


图 9-1 医用电子加速器机械示意图

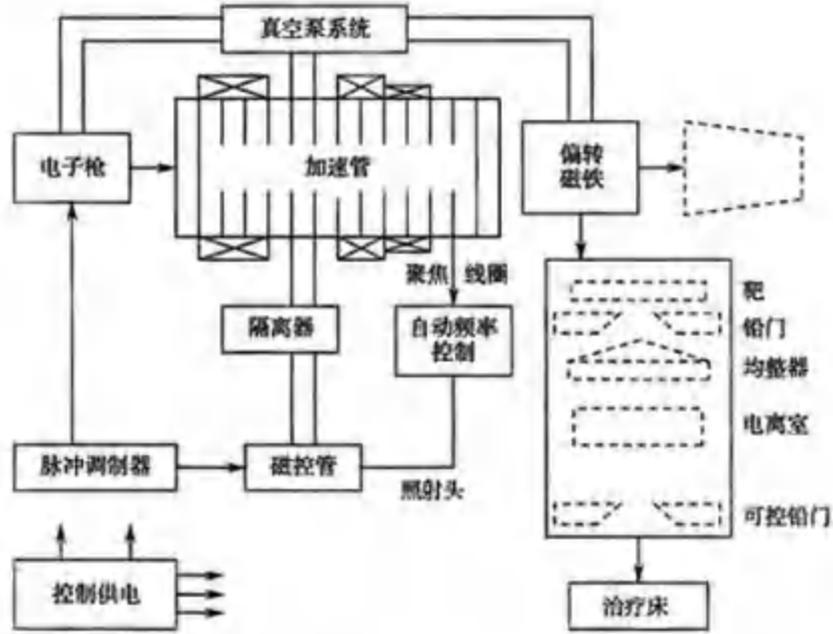


图 9-2 典型医用直线加速器结构图

9.1.3 主要技术参数

本项目拟新增 1 台医用直线加速器，具体如下：

射线类型：X 射线、电子线

最大 X 射线能量：10MeV（能量为：6MeV、10MeV）

最大电子线能量：12MeV（能量为：6MeV、8MeV、10MeV、12MeV）

等中心处最大 X 线剂量率：600cGy/min

最大照射野：40cm×40cm

射线装置类别：II类射线装置

机架旋转角度：0-360°

主射线最大出束角度：28°

X 射线泄漏率：≤0.1%

源轴距长 1m，等中心点高度为 1.35m

本项目拟新增的加速器与原有加速器对比分析表详见下表 9-1。

表 9-1 拟新增的加速器与原有加速器对比分析表

项目	原有加速器情况	拟新增的加速器情况
型号	XHA600	XHA-1400
厂家	新华	新华
X 射线能量	6MeV	6MeV、10MeV
主射线最大出束角度	28°	28°
有用线束朝向	东墙、西墙及室顶	东墙、西墙及室顶
安装位置	未发生变更	
功能	常规放疗	调强放疗

9.1.4 操作流程

放射治疗是利用电离辐射的生物效应杀死肿瘤细胞，该项目的放射治疗设备为医用直线加速器，根据建设单位提供资料，本项目 2 台直线加速器均开展精确放疗，是利用医用直线加速器产生的高能 X 射线进行治疗，进行照射前需要采用模拟定位 CT（拟将原有模拟定位机淘汰，新购 1 台模拟定位 CT 放置原有定位机机房，目前设备参数未定，尚未进行环保备案）对肿瘤位置定位，确定肿瘤的具体位置和形状，放射治疗的流程如下图。

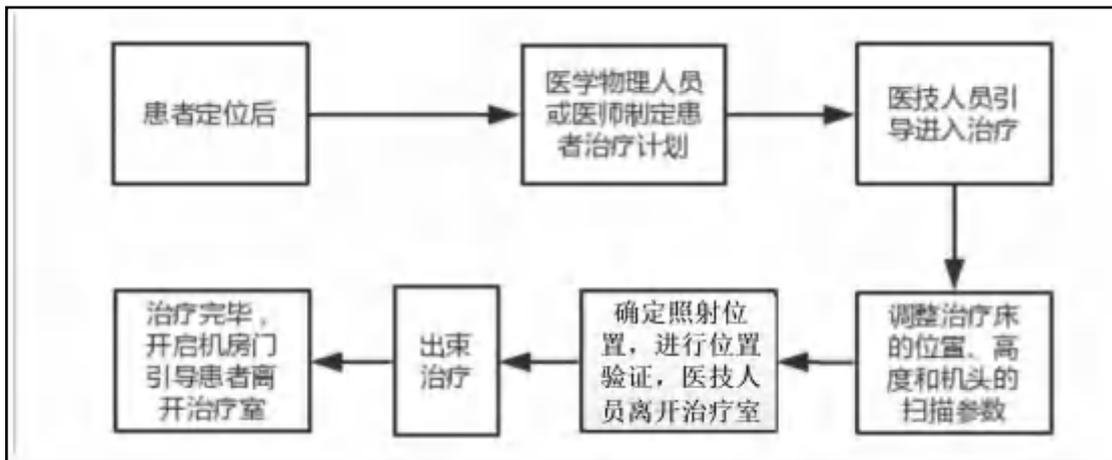


图 9-3 医用直线加速器工作流程图

(1) 根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；

(2) 预约病人首先在模拟定位 CT 上进行肿瘤定位，确定肿瘤具体位置和形状；

(3) 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，该过程通常在电脑上完成；

(4) 治疗计划制定后，肿瘤病人在技术人员的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，确定照射位置和面积，每位病人的摆位时间平均约 3min，该过程在治疗机房治疗床上完成；

(5) 摆好位后，技术人员对患者肿瘤位置进行位置验证，在确定所有安全措施到位后，启动加速器进行照射；

(6) 照射完毕后，技术人员协助病人离开机房，为下次照射做准备。

9.1.5 污染因子

1.放射性污染源分析

(1) X 射线

由加速器的工作原理可知，医用直线加速器用于 X 射线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线，其可能对工作人员及公众造成一定危害。这种 X 射线随机器的开、关而产生或消失。

(2) 电子线

直线加速器用电子束进行治疗时，电子束的屏蔽要求远低于高能 X 射线，故在机房屏蔽墙厚度计算时不予考虑，但由于电子束的强度高，若发生意外照射，会造成危害。

(3) 中子

根据“NCRP REPORT NO.151”报告，当电子束能量大于 8MeV 时，其“撞击”钨靶会发生光核反应，能够衍生一定量的中子，而中子与周围物质相互作用会产生感生放射性，继而放出 β 射线和 γ 射线。由于混凝土有较高的氢含量，对中子的吸收截面较大，本项目机房屏蔽墙体足以屏蔽初级 X 射线和泄漏 X 射线，故对于屏蔽墙体，无需考虑光中子和中子俘获 γ 射线的附加屏蔽问题。

2.非放射性污染源分析

医用直线加速器在开机时会产生少量的有害气体，主要是臭氧和氮氧化物。其中臭氧的毒性最大，产额最高，其对人体的危害与电离辐射相当，而且能使橡胶等材料老化加速。某些氮氧化物与水汽相互作用形成硝酸雾还会腐蚀机房内的设备，并对工作人员和公众造成危害。

9.2 数字减影血管造影装置（DSA）

9.2.1 工作原理

数字减影血管造影(DSA)是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前拍摄的蒙片与造影剂注入后拍摄的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

9.2.2 设备组成

X 射线装置的主要设备组成为：X 射线球管、高频逆变高压发生器、金属影像增强器、数据图像处理器、床体系统等。X 射线机能提供高分辨率、高清晰度、高品质的数字图像，可提供多幅图像显示，具有数字点片及常规胶片点片系统，胸部摄影无需立式摄影架。

DSA 设备自带有悬吊式铅玻璃防护屏、床侧防护铅帘等，现代数字介入技术一般还采用数字脉冲技术，根据手术部位选择相应的脉冲透视；铜滤波技术，采用多种规格的铜滤片，根据不同需要，自动切换，在保持优质图像的同时，最大程度减少辐射剂量，达到最佳的滤过效果；栅控技术，去除电压爬升与降落时低速电子产生的大量软射线；剂量监测系统，实时显示剂量率，供介入放射工作人员参考；在介入诊疗时，在可能的条件下，要尽量缩小照射野，降低管电压、管电流，缩短曝光时间，遮光器尽量调小，减少散射。

9.2.3 操作流程

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视。透视诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于

静脉内，经鞘插入导管，推送导管，主治医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，两名护士在护士位辅助手术。顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

摄影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。此种情况仅用于手术快完成时的图像保存，占手术时间的很小比例。

9.2.4 污染因子

由工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

9.3 污染源项分析

9.3.1 正常工况下污染途径

本项目的污染因子分为放射性污染源和非放射性污染源。放射性污染源主要包括 X 射线、电子束；非放射性污染源主要包括 O₃ 及 NO_x，详见表 9-2。

表 9-2 正常工况下污染因子及污染途径

序号	设备名称	污染因子		污染途径
1	医用直线加速器	放射性	X 射线、电子束	对职业人员及周围公众造成外照射
		非放射性	O ₃ 及 NO _x	空气流通扩散对职业人员、周边公众
2	DSA	放射性	X 射线	对职业人员及周围公众造成外照射
		非放射性	O ₃ 及 NO _x	空气流通扩散对职业人员、周边公众

9.3.2 事故工况下污染途径

一、医用直线加速器运行过程发生事故的可能性包括：

(1) 联锁装置失效或设备运行时人员误留或误入机房，装置的运行可能对

人员产生超剂量照射。

(2) 对加速器进行维修时，若发生联锁失效强制出束等情况时，导致维修人员可能受到意外的照射。

(3) 治疗计划系统、设备安全联锁、计时器和剂量显示系统等出现问题，导致患者受到偏离处方剂量的照射，甚至造成患者死亡。

二、DSA 可能性包括：

(1) 受检者皮肤电离辐射损伤，

(2) 工作人员手术中手部受到电离辐射损伤，

(3) 长期使用床上球管照射易造成工作人员放射性白内障。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护措施

10.1.1 医用直线加速器

10.1.1.1 工作场所布局与分区

(1) 工作场所的布局

本项目医用电子直线加速器机房位于医院西北角，为一层建筑（无地下室），机房东侧为控制室、配电房及走廊，机房南侧为模拟定位 CT 机机房及其控制室，机房西侧为风道，北侧为医院道路。楼上为加速器顶棚（人员需要借助工具到达）。加速器主射束朝向西墙、东墙和顶棚。

(2) 工作场所的分区

为了便于辐射防护管理和职业照射控制，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。建设单位拟将直线加速器机房（包括迷路）划为控制区，对该区域专门采取防护和措施，在控制区出入口设置工作状态指示灯，在控制区出入口及其它适当位置处设立醒目的电离辐射警示标志。

监督区：把通常不需要专门采取防护手段或安全措施，但需经常对职业照射条件进行监督与评价的区域确定为监督区。建设单位将与直线加速器机房（包括迷路）直接相邻的控制室、辅助机房、走廊等划为监督区，监督区应划定边界，出入处设置警示标志。对监督区不采取专门的防护手段安全措施，但定期检测其辐射剂量水平。

建设单位拟采用铅防护门，在机房门上张贴电离辐射警示标识，安装工作指示灯，直线加速器设置门-机联锁装置及工作场所辐射水平监测计划，分区管理设计及计划符合要求。建设项目工作场所布局与分区较为合理，满足相关标准要求，便于辐射防护管理和职业照射控制，符合国家法规和标准的要求。工作场所分区图见图 10-1。

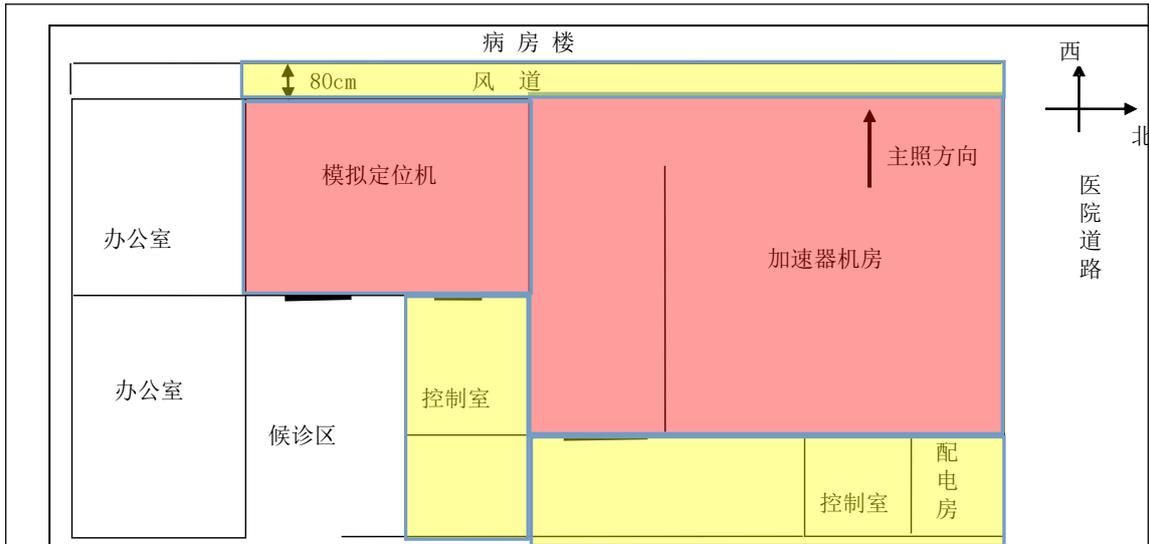


图 10-1 直线加速器工作场所分区图

10.1.1.2 机房辐射防护设计

(1) 原有加速器机房辐射防护情况

本项目利用原有加速器机房进行改造，原有机房采用混凝土一次性浇筑（密度 2.35g/cm^3 ），具体防护设施见下表 10-1。

表 10-1 原有机房防护设施一览表

项目		防护设施情况	
机房内部空间尺寸参数	高度 (m)	3.7	
	南北长度 (m, 不含墙体)	7.0	
	东西长度 (m, 不含墙体)	主屏蔽部分	6.9
		次屏蔽部分	10.7
	面积 (m^2 , 不含迷路和墙体)	52.82	
	机房容积 (m^3)	195.43	
屏蔽体尺寸参数	东墙主屏蔽墙厚度 (mm)	1900	
	东墙次屏蔽墙厚度 (mm)	1300	
	西墙主屏蔽墙厚度 (mm)	1900	
	西墙次屏蔽墙厚度 (mm)	1300	
	北墙侧屏蔽墙 (mm)	1300	
	迷道内墙 (mm)	800	
	迷道外墙 (mm)	1200	

	顶部主屏蔽厚度 (mm)	1900
	顶部次屏蔽厚度 (mm)	1400

(2) 本项目改造方案

①西墙主屏蔽墙外侧增加硫酸钡砖，厚度约为 600mm，增加宽度约为 4800mm；北侧墙体外侧增加硫酸钡砖，厚度约为 240mm，增加宽度约为 10700mm。

②东墙主屏蔽墙外侧增加混凝土，厚度约为 850mm，增加宽度约为 4600mm。

③顶部原主屏蔽墙外侧增加混凝土，厚度约为 850mm，增加宽度约为 3240mm；顶部原次屏蔽墙外侧增加混凝土，厚度约为 1350mm，增加宽度约为 1560mm；

④迷路内墙内侧增加钢板，厚度约为 110mm，增加宽度约为 5600mm。

⑤迷路外墙西侧外部增加钢板，厚度约为 110mm，增加宽度约为 3500mm。

改造方案具体详见下表 10-2，改造方案图详见图 10-1 及图 10-2。

表 10-2 改造机房防护设施一览表

项目		原有防护	改造后防护	
机房内部空间尺寸参数	高度 (m)	3.7	3.7	
	南北长度 (m, 不含墙体)	7.0	7.0	
	东西长度 (m, 不含墙体)	主屏蔽部分	6.9	6.9
		次屏蔽部分	10.7	10.7
	面积 (m ² , 不含迷路与墙体)	52.82	52.82	
	机房容积 (m ³)	195.43	195.43	
屏蔽体尺寸参数	东墙主屏蔽墙厚度 (mm)	1900 混凝土	1900 混凝土+850 混凝土 (等效 2750mm 混凝土)	
	东墙次屏蔽墙厚度 (mm)	1300 混凝土	1300 混凝土+850 混凝土 (等效 2150mm 混凝土)	
	东墙主屏蔽宽度 (mm)	1620	1620	
	西墙主屏蔽墙厚度 (mm)	1900 混凝土	1900 混凝土+600 硫酸钡砖 (等效 2902mm 混凝土)	
	西墙次屏蔽墙厚度 (mm)	1300 混凝土	1300 混凝土+600 硫酸钡砖 (等效 2270mm 混凝土)	
	西墙主屏蔽宽度 (mm)	1620	1620	
	北墙侧屏蔽墙 (mm)	1300 混凝土	1300 混凝土+240 硫酸钡砖 (等效 1688mm 混凝土)	
	迷道内墙 (mm)	800 混凝土	800 混凝土+110 钢板 (等效 1168mm 混凝土)	

迷道外墙 (mm)	1200 混凝土	迷道外墙西侧: 1200 混凝土 +110mm 钢板 (等效 1568mm 混凝土)
顶部主屏蔽厚度 (mm)	1900 混凝土	1900 混凝土+850 混凝土 (等效 2750mm 混凝土)
顶部次屏蔽厚度 (mm)	1400 混凝土	1400 混凝土+1350 混凝土 (等效 2750mm 混凝土)
顶部主屏蔽区宽度 (mm)	1620	2400
防护门	8mmPb	12mmPb+8cm 防中子材料

备注: 硫酸钡砖密度为 3.8g/cm³, 钢板密度为 7.87g/cm³, 混凝土密度为 2.35g/cm³。根据材料密度统一折算为混凝土。

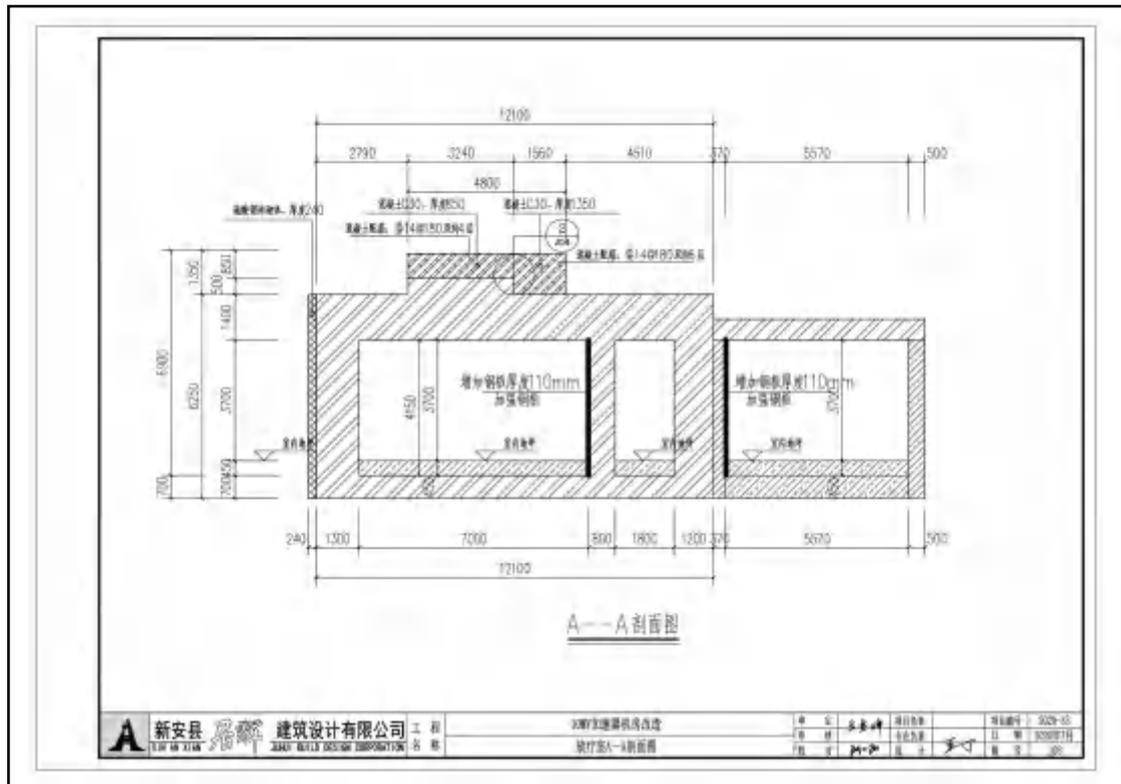


图 10-1 机房顶部改造方案图

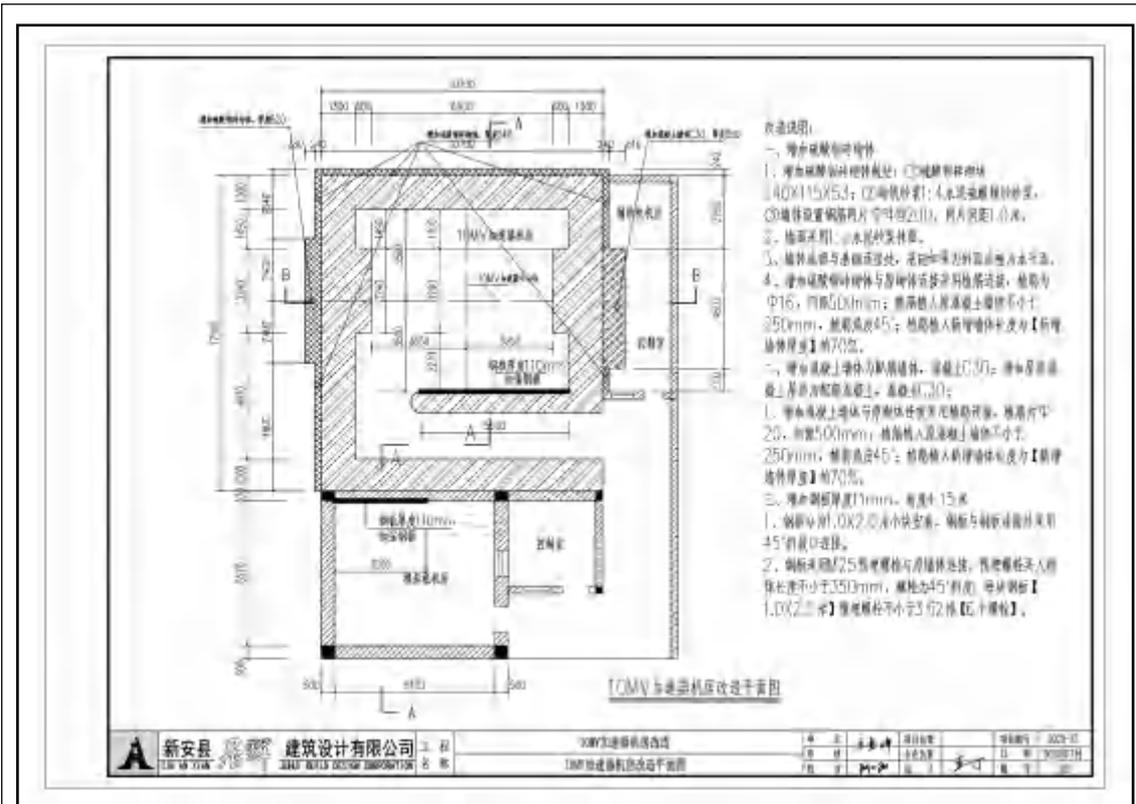


图 10-2 机房四周屏蔽墙体改造方案图

(3) 施工方案

增加硫酸钡砖: 采用植筋连接硫酸钡砖砌体与原砌体, 植筋为 16mm, 间距为 500mm, 植筋植入原混凝土墙体不小于 250mm, 植筋角度为 45°, 墙面采用 1:2 水泥砂浆抹面。

增加混凝土: 采用植筋连接增加的混凝土墙体与原砌体, 植筋为 20mm, 间距为 500mm, 植筋植入原混凝土墙体不小于 250mm, 植筋角度为 45°。

增加钢板: 钢板分为 1.0*2.0m 小块安装, 钢板与钢板连接处采用 45° 斜坡口连接, 钢板采用 M25 螺栓与原墙体连接, 预埋螺栓买入砌体长度不小于 350mm, 螺栓为 45° 斜度, 每块钢板预埋螺栓不小于 3 行 2 排 (6 个螺栓)。

本项目对加速器的改造仅在原有墙体上增加增加硫酸钡砖、增加混凝土、增加钢板, 不破坏原有加速器机房防护。

10.1.1.3 辐射安全措施

放射治疗场所应当按照相应标准设置多重安全联锁系统、剂量监测系统、影像监控、对讲装置和固定式剂量监测报警装置等, 该项目加速器机房改造后拟采

取的一系列辐射安全控制措施和标准要求对照见表 10-3。各项安全防护设施与装置符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）相关要求。

表 10-3 加速器机房安全设施与装置检查一览表

序号	标准要求	原有情况	拟改造后情况
1	GBZ126-2011 6.1.6 项：治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备	控制室与治疗室安装有对讲系统，治疗室共安装有 2 个摄像头（机房入口设置 1 个、机房北墙设置 1 个）对治疗室、迷道及迷道入口处的全景状况进行实时监控，通过对讲系统指导患者配合治疗	依托原有，不改变监视和对讲设备安装位置及数量
2	GBZ126-2011 6.1.7 项：治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室应不小于 45m ²	原有直线加速器机房的使用面积为 46.92m ²	改造后直线加速器机房的使用面积为 46.92m ² 使用面积未发生变化
3	GBZ126-2011 6.1.8 项：治疗室入口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器连锁	设置有防护门（8mmPb）及直迷路，设置有门机联锁装置（防护门被打开，联锁装置即切断加速器的出束开关，使加速器不能正常出束或立即停止出束）	重新安装 12mmPb 防护门，迷路未改变、拟设置有门机连锁
4	GBZ126-2011 6.1.9 项：相关位置（例如治疗室入口处上方等）应安装醒目的指示灯及辐射标志	治疗室防护门上张贴有电离辐射警示标识，安装有工作状态指示灯，灯亮指示出束状态	拟在放射治疗室防护门口显著位置张贴警告标志，拟安装指示治疗工作状态的讯号灯，且以黄色或橙色信号指示出束治疗状态，绿色信号指示非出束状态，红色信号指示紧急终止非预期运行状态
5	GBZ126-2011 6.1.10 项：治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h	通风系统排风量约 1500m ³ /h，换气次数大于 4 次/时。进风管道由铅门上方预留孔洞“Z”型穿过，进风口（1 个）设置于机房顶棚南侧，排风口（1 个）位于机房北墙东侧，排风管道以 U 型穿墙方式从北侧屏蔽	依托原有排风设施

		墙下方穿过引至屋顶高空排放	
6	GBZ 126-2011 7.1.2 项：使用的设备应有双道剂量监测系统	/	拟更换的医用直线加速器设备设有双道剂量监测及其连锁控制系统
7	GBZ 126-2011 7.1.4 项：控制台应配置带有时间显示的照射控制计时器，并独立于其他任何控制照射终止系统	/	拟在控制台配置有时间显示的照射控制计时器，并独立于其他任何控制照射终止系统
8	GBZ 126-2011 7.2.4 项：控制台和治疗室内应分布安装紧急停机开关	控制室操作台设有 1 个，北墙设有 1 个，治疗床设置 2 个	在控制台拟设置有紧急停机开关 1 个，在治疗室设置紧急停机开关 4 个（加速器治疗床 2 个、迷道入口处 1 个、迷道北墙 1 个） 当遇到意外情况，可不必穿越主射线束随时按动急停开关，切断设备电源，停止出束
9	监测仪器	加速器机房内有 1 台固定式报警仪、配有 4 台个人剂量报警仪、1 台便携式剂量率仪	依托原有

10.1.2 数字减影血管造影装置（DSA）

10.1.2.1 工作场所布局与分区

（1）工作场所的布局

1 号 DSA 位于介入机房 1，机房东侧为无菌间及病人准备间，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为医院道路，机房北侧为控制室及谈话间，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。2 号 DSA 位于介入机房 2，机房东

侧为医院道路, 机房南侧为设备间及污物通道, 机房西侧为无菌间及病人准备间, 机房北侧为控制室, 机房下方为储藏室及走廊, 机房上方为储物间及走廊。DSA有用线束均朝顶棚照射。

(2) 分区

控制区：建设单位拟将各 DSA 机房划为控制区, 对该区域专门采取防护和安全措施, 在控制区出入口设置工作状态指示灯, 在控制区出入口及其它适当位置处设立醒目的电离辐射警示标志, 符合 GB18871-2002 附录 F 规定的警告标志。

监督区：将与 DSA 机房相邻的控制室、无菌间、病人准备间、谈话间、设备间、污物通道、清洗间划为监督区。监督区应划定边界, 出入处设置警示标志。对监督区不采取专门的防护手段安全措施, 但定期检测其辐射剂量水平, 工作场所分区图见下图 10-2。

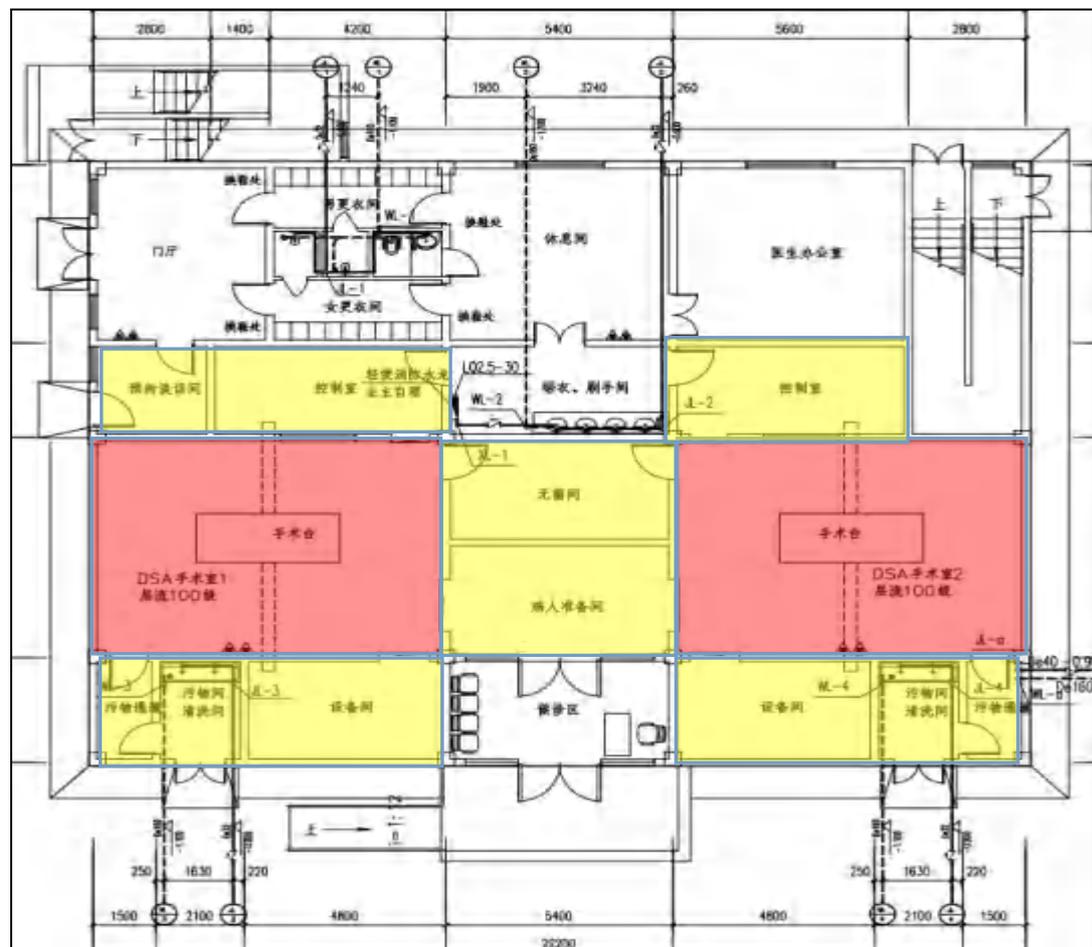


图 10-2 工作场所分区图

10.1.2.1 机房辐射防护设计

本项目 2 台 DSA 均位于拟建介入治疗中心一楼, 机房大小、防护设计情况

一致。机房墙体及门窗防护设计见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房防护设计一览表

机房名称	数字减影血管造影装置（DSA）机房
机房面积	长 8.4m×宽 6.3m，面积 52.92m ² ； 机房内部高度 3.8m
四周屏蔽墙厚度	200mm 加气混凝土砌块墙+4mm 铅板（加在墙体外侧） （约等效于 4.5mmPb）
屋顶	200mm 混凝土现浇层+20mm 钡水泥（约等效于 3.8mmPb）
地板	200mm 混凝土现浇层+20mm 钡水泥（约等效于 3.8mmPb）
防护门	设有 5 个防护门（医生防护门、病人防护门、设备间防护门、 污物防护门、无菌间防护门）防护当量均为 4mmPb
观察窗	4mmPb 铅当量

备注：混凝土密度为 2.35g/cm³，加气块砖密度为 0.63g/cm³，钡水泥涂料密度为 3.2g/cm³。等效铅当量根据《辐射防护手册》第三分册（李德平、潘自强主编），P62，表 3-3-宽束情况下各种材料的近似铅当量厚度及表 3-4-不同屏蔽材料的铅当量两个表格可知本项目屏蔽墙、屋顶及地板各防护材料的铅当量厚度。

按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的规定，本项目 2 台 DSA 机房屏蔽防护铅当量不应小于 2mmPb。由上表可知，本项目 DSA 机房的四周屏蔽墙、顶棚、防护门及观察窗的防护能力符合标准要求。

10.1.2.2 其他安全防护措施

- （1）手术位配备床侧防护帘、悬挂铅屏风及铅帘等辅助防护设施。
- （2）医院配备有便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台，定期监测 DSA 机房监督区辐射剂量率，拟配置 2 台个人剂量报警仪，为医生及病人配备相应的个人防护用品。
- （3）拟于各机房防护门旁的醒目位置张贴电离辐射警告标志，在受检者防护门上方安装工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句。指示灯及门灯联锁，出束时指示灯亮，并设置闭门装置保证出束时防护门呈关闭状态。
- （4）合理安排手术人员工作量，防止因工作量过大造成个人剂量超标。
- （5）机房防护门设置电离辐射警告标志及中文警示说明，门前划出警戒区。

10.1.2.3 通风措施

本项目 2 台 DSA 机房产生的 X 射线与空气作用会产生少量臭氧、氮氧化物等有害气体，加强通风有利于改善工作场所空气质量，DSA 机房均拟采用中央空调新风系统进行通风，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ 130-2013 的要求。

10.1.2.4 个人防护用品

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的有关要求，X 射线设备现场应配备相应的个人防护用品和辅助防护用品，其数量应满足开展工作需要，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

医院拟为各 DSA 机房配备相应的个人防护用品和辅助防护设施，防护效果不小于 0.5mmPb，具体配置计划见表 10-4。

表 10-4 本项目 DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施配置计划一览表

机房名称	防护人员		标准要求	拟配备的防护用品
DSA 机房	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配:铅橡胶帽子	铅橡胶围裙 5 件、铅橡胶颈套 5 件、铅防护眼镜 5 件、介入防护手套 5 件、铅橡胶帽子 5 件、铅衣 5 件
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配:移动铅防护屏风	每台 DSA 配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 件
	受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配: 铅橡胶帽子	铅方巾、铅颈套、铅帽各 2 件，铅当量不低于 0.25mmPb
		辅助防护设施	——	——

DSA 机房拟配备的防护用品数量及类型能够满足标准要求。

10.2 三废治理

10.2.1 固体废弃物

本项目项目运行阶段不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管由设备厂家回收处置，固态感生放射性废物来源于医用电子直线加

速器检修过程更换下的电子束靶体等部件,对于固态感生放射性废物处理采取衰变的方式进行处理。即检修感生放射性较强的部件之前,应该等这些部件的放射性水平衰变到适当的水平,且设备的检修须有生产厂家进行。加速器退役停机后,应将其在治疗室内作适当放置,待其感生放射性衰变到可以接受的水平时,并经监测达标后方可做一般固体废物处理。

10.2.2 废液

本项目医用电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水,内循环使用不外排,不会产生废水。

10.2.3.废气

本项目射线装置运行过程中产生的 X 射线能造成空气电离从而产生少量臭氧及氮氧化物, DSA 及直线加速器机房均设计有通风设施。射线装置运行过程中产生的废气通过机房排风系统排入室外空气,由于臭氧产生量小、容易分解为氧气,故不会对大气造成影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响分析

本项目为核技术利用项目，在机房改造建设和射线装置安装期间，不产生 X 射线，不对周围环境带来辐射影响，也无放射性废物产生。

11.2 运行期环境影响分析

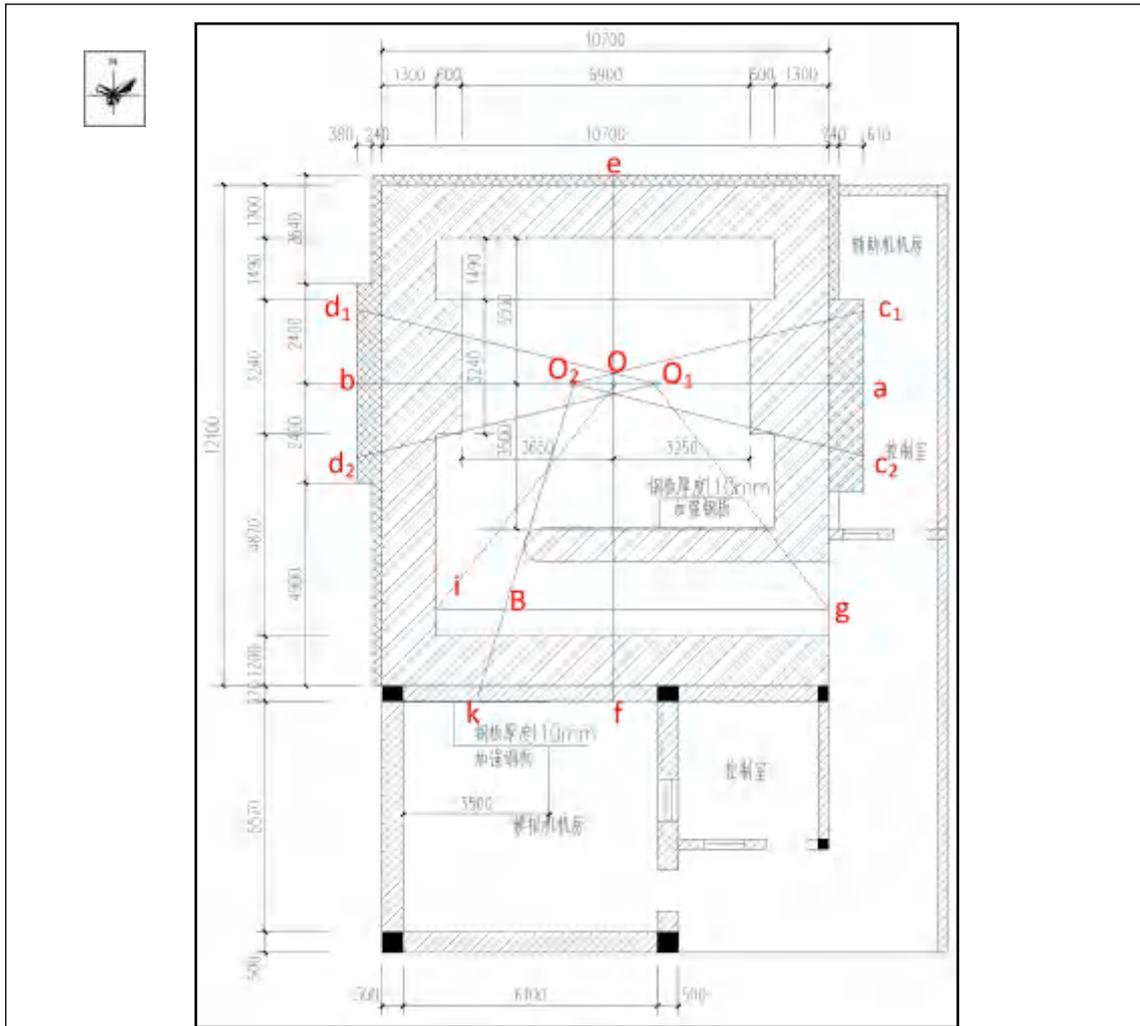
11.2.1 医用直线加速器环境影响分析

本项目医用直线加速器最大 X 射线能量为 10MeV，最大输出剂量率为 600cGy/min。机房位于医院西北侧，为一层建筑（无地下室），机房东侧为控制室、辅助机房，南侧为模拟定位 CT 机机房及其控制室，机房西侧为病房楼，机房北侧为医院道路。

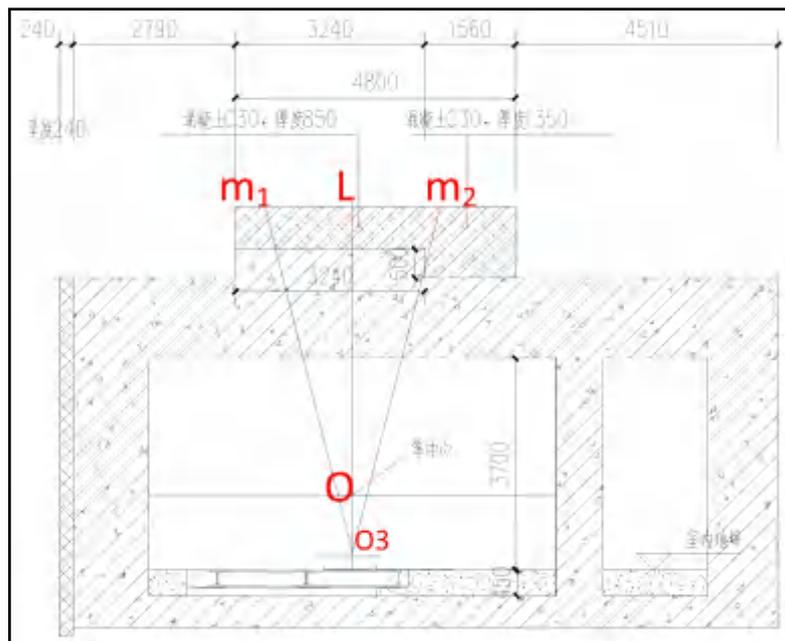
11.2.1.1 辐射环境影响预测分析

本次环评对直线加速器机房设计屏蔽效果的评价，引用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）中相应的计算模式及相关参数。

结合建设单位提供图纸，选取东侧主屏蔽墙外 30cm 处（a 点）、东侧次屏蔽墙墙外 30cm 处（c₁、c₂）、西侧主屏蔽墙外 30cm 处（b 点）、西侧次屏蔽墙墙外 30cm 处（d₁、d₂）、室顶主屏蔽墙外 30cm 处（L）、室顶次屏蔽墙外 30cm 处（m₁、m₂）、北侧侧屏蔽墙外 30cm 处（e）、南侧侧屏蔽墙外 30cm 处（f）、迷路外墙 30cm 处（k）、机房门外 30cm 处（g）作为关注点，做出预测分析。直线加速器机房各关注点及主要照射路径示意图见图 11-1、图 11-2。



11-1 机房四周屏蔽体外关注点及其主要照射路径示意图



11-2 机房房顶关注点及其主要照射路径示意图

一、加速器机房周围各关注点剂量率参考控制水平

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中 4.2 中要求，治疗机房和入口门外关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 由放射治疗周工作负荷、导出剂量率参考控制水平及关注点位置的使用因子和居留因子确定。

单一有用线束在关注点的导出剂量率参考控制水平可按下式 11-1 计算。

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

式中：

H_c —周参考剂量控制水平，控制区取 100 μ Sv/周，非控制区取 5 μ Sv/周；

t —治疗装置周治疗照射时间，h；

U —有用线束向关注位置的方向照射使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

单一泄露辐射在关注点的导出剂量率参考控制水平可按下式 11-2 计算。

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (N \cdot t \cdot T) \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

N —调强治疗时用于泄露辐射的调强因子，通常取 $N=5$ ；

其他同式 11-1。

复合辐射：与主屏蔽区相连的次屏蔽区，剂量率参考控制水平为泄露辐射（按式 11-2 中 $0.5H_c$ 导出的剂量率参考控制水平）和有用线束水平照射的患者散射辐射（ $0.5c_{,max}$ ）在关注点的 \dot{H} 剂量率之和。

（1）放射治疗周工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目直线加速器运行后，每天平均最大治疗约 40 人，均为调强放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，治疗时平均每人每次照射时间约 3min，周治疗照射时间约 10h，根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范—第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》中附录 A.1.2，漏射周治疗照射时间取最大值 20h（取 $N=5$ ）。

（2）使用因子（U）

旋转式加速器有用辐射朝向的墙和室顶 $U=1/4$,

散射辐射和泄露辐射 $U=1$ 。

(3) 居留因子 (T)

根据《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007) 中附表 A.1 不同场所的居留因子的描述，确定项目各关注点的居留因子如下表 11-1。

表 11-1 各关注点居留因子

关注点	射线类型	屏蔽区外环境	居留因子	周剂量参考控制水平
a	有用线束	控制室	1	5 μ Sv/周
b	有用线束	风道	1/16	5 μ Sv/周
c1、c2	漏射线、散射线	控制室	1	5 μ Sv/周
d1、d2	漏射线、散射线	风道	1/16	5 μ Sv/周
e	漏射线	医院道路	1/5	5 μ Sv/周
f	漏射线	模拟定位 CT 机房	1/4	100 μ Sv/周
g	漏射线、散射线	加速器机房门外	1/8	5 μ Sv/周
L	有用线束	加速器机房楼顶	1/20	5 μ Sv/周
m1、m2	漏射线、散射线	加速器机房楼顶	1/20	5 μ Sv/周
k	漏射线	模拟定位 CT 机房	1/4	100 μ Sv/周

由放射治疗周工作负荷及各关注点使用因子及居留因子确定各关注点周围导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 与最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，两者之中取较小者作为本项目关注点的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ，结果见表 11-2。

表 11-2 各关注点周围剂量当量率参考控制水平 (μ Sv/h)

关注点	涉及人员	使用因子 (U)	居留因子 (T)	$\dot{H}_{c,d}$		$\dot{H}_{c,Max}$	\dot{H}_c
				(μ Sv/h)	(μ Sv/h)		
a (控制室)	职业	1/4	1	有用线束: 2		2.5	0.5
b (风道)	公众	1/4	1/16	有用线束: 32		10	2.5
c1、c2 (控制室)	职业	1	1	散射: 1.25 漏射: 0.125	1.375	2.5	0.5

d1、d2(风道)	公众	1	1/16	散射:5 漏射: 2	7	10	2.5
e(医院道路)	公众	1	1/5	漏射: 1.25		10	1.25
f(模拟定位 CT 机房)	公众	1	1/4	漏射: 20		2.5	2.5
g(加速器机 房门外)	公众	1	1/8	散射:5 漏射: 1	6	5	2.5
L(加速器机 房楼顶)	公众	1/4	1/20	有用线束: 40		10	2.5
m ₁ 、m ₂ (加 速器机房楼 顶)	公众	1	1/20	散射:50 漏射: 2.5	52.5	10	2.5
k(模拟定位 CT 机房)	公众	1	1/4	漏射: 20		2.5	2.5

注：根据《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）要求，各关注点剂量率参考控制水平平均不得超过 2.5μSv/h，控制室建设单位设置的管理目标值为 0.5μSv/h。

二、机房各屏蔽墙厚度估算

(1) 有用线束主屏蔽墙、侧屏蔽墙、迷路外墙厚度理论核算

加速器治疗机房中，有用线束直接照射的主屏蔽区及侧屏蔽墙的屏蔽厚度可采用 GBZ/201.2-2011 中的相关公式进行估算。

屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按照式 11-3 计算，再按照式 11-4 估算所需要的有效屏蔽厚度 X_e (cm)，最后按照式 11-5 获得所需屏蔽墙体的厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(11-3)$$

$$X_e = TVL \bullet \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(11-4)$$

$$X = X_e \bullet \cos \theta \dots\dots\dots(11-5)$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$; (由表 11-2 确定)

\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, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$, 本项目为 $3.6\times 10^8\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

f—对有用线束为 1; 对泄漏辐射为泄漏辐射比率, 取 0.001;

θ —斜射角, 入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角, 取 0°

直线加速器机房主屏蔽墙和侧屏蔽墙厚度核算见下表 11-3。

表 11-3 直线加速器机房主屏蔽墙和侧屏蔽墙厚度核算一览表

关注点	斜射角	射程路径	R mm	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	TVL ₁ mm	TVL mm	理论计算 厚度 X mm	设计 厚度 X mm	是否 满足 屏蔽 要求
a	0°	主射	7300	0.5	410	370	2678.4	2750	满足
b	0°	主射	7470	2.5	410	370	2412.3	2902	满足
L	0°	主射	6400	2.5	410	370	2462.0	2750	满足
e	0°	漏射	5340	1.25	350	310	1281.3	1688	满足
f	0°	漏射	7970	0.5	350	310	1080.2	1200	满足
k	0°	漏射	8270	2.5	350	310	1070.2	1568	满足

备注: f 点设计厚度未考虑模拟定位机房屏蔽墙体

(2) 与主屏蔽区相连的次屏蔽区厚度核算

与主屏蔽区相连的次屏蔽区应考虑患者散射与加速器泄露辐射, 泄露辐射按式 11-3、11-4、11-5 及表 11-2 中剂量率参考控制水平进行估算; 患者散射的屏蔽透射因子 B 按照式 11-6 计算, 然后按式 11-4 估算有效屏蔽厚度 X_e , 再按式 11-5 转换为屏蔽厚度 X。选取两者厚度较大者作为估算结果。

$$B = \frac{\dot{H}_c \times R_s^2}{H_0 \times \alpha_{ph} \times (F/400)} \dots\dots\dots(11-6)$$

式中:

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$; (由表 11-2 确定)

\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, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$;

α_{ph} —患者 400cm^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 400cm^2 面积上的散射因子; 30° 的散射因子为 3.18×10^{-3} ;

R_s —患者 (位于等中心点) 至关注点的距离, m;

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积, cm^2 , 本项目为 1600cm^2 ;

直线加速器机房次屏蔽区厚度核算见下表 11-4。

表 11-4 直线加速器机房次屏蔽区厚度核算一览表

关注点	斜射角	射程路径	R_s mm	\dot{H}_c $\mu\text{Sv/h}$	TVL_1 mm	TVL mm	理论计算厚度 X mm	设计厚度 X mm	是否满足屏蔽要求
c_1, c_2	30°	漏射	7464	0.125	350	310	1300.1	2150	满足
		散射	6550	1.25	280		1195.8		
d_1, d_2	30°	漏射	7650	2	350	310	1121.3	2270	满足
		散射	6720	5	280		1044.4		
m_1, m_2	30°	漏射	6790	2.5	350	310	972.8	1400	满足
		散射	5810	50	280		832.6		

备注: 屏蔽厚度选取散射、漏射中较厚者

(3) 迷路内墙屏蔽厚度核算

由表 11-2 可知, 穿过迷路内墙在 g 处的泄漏辐射剂量率控制水平为 $1\mu\text{Sv/h}$, 斜射角以 30° 计算, o_1 -g 距离为 7.1m, 取泄漏辐射因子 $f=0.001$, 查附录 B 表 B.1, 10MeV 泄漏辐射的 $\text{TVL}_1=35\text{cm}$, $\text{TVL}=31\text{cm}$, 按照式 11-4、11-5 计算屏蔽厚度 $X=1069.3\text{mm}$ 。本项目迷路内墙设计的厚度为 1168mm, 满足要求。

(4) 机房防护门屏蔽厚度核算

由表 11-2 可知, 机房入口关注点 g 处的剂量率控制水平 \dot{H}_c 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 泄露辐射剂量率控制水平 \dot{H}_{0g} 为 $1\mu\text{Sv/h}$, g 处的散射辐射能量约为 0.2MeV, 防护

门所需屏蔽透射因子 B 及散射辐射剂量率 \dot{H}_g 可按式 11-7、11-8 进行计算:

$$B = \frac{\dot{H}_c - \dot{H}_{og}}{\dot{H}_g} \dots\dots\dots (11-7)$$

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots (11-8)$$

式中:

\dot{H}_g —迷路入口处的散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$);

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

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上的散射因子, 通常取 45° 散射角的值 1.35×10^{-3} (见附录 B 表 B.2);

R_1 —“o-i”的距离, 6.87m;

R_2 —“i-g”的距离, 9.70m;

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积, 1600cm^2 。

α_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° , 散射角为 0° , α_2 值见附录 B 表 B.6, 通常使用其 0.5MeV 栏内的值, 22×10^{-3} 。

A—i 处的散射面积, 9.6m^2 。

经计算, 迷路散射辐射在 g 处的剂量率为 $92.45\mu\text{Sv/h}$, 则屏蔽透射因子 B 为 0.016。入口处散射辐射能量约为 0.2MeV , 铅的 TVL 为 5mm, 相应 $B=0.016$ 的铅厚度 $X=8.95\text{mm}$, 本项目防护门设计铅当量为 12mmPb , 可以满足要求。

综上: 根据上述分析, 本项目直线加速器机房屏蔽体(主屏蔽区、次屏蔽区、侧屏蔽墙、迷路内墙、迷路外墙及防护门)的实际屏蔽厚度满足《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/T201.2-2011)中理论计算厚度的要求。

三、主屏蔽墙投影区宽度计算

主屏蔽区墙投影区宽度计算分为两种情况: 主屏蔽区向机房内凸的情况按下式 11-9 计算; 主屏蔽区向机房外凸的情况按下式 11-10 计算。

$$Y=(100+a+X_2)\text{tg}14^\circ+300\dots\dots\dots(11-$$

9)

$$Y=(100+a+X_1+X_2)tg14^\circ+300\dots\dots\dots(11-10)$$

式中：

Y—机房有用束主屏蔽区半宽度，mm；

a—等中心点至主屏蔽墙内表面的距离，mm；

X₁—次屏蔽区厚度，mm；

X₂—主屏蔽区加厚带厚度，mm

主屏蔽区墙投影区宽度计算结果见下表 11-5。

表 11-5 主屏蔽区投影区宽度计算参数及结果

主屏蔽墙	a(mm)	X ₁ (mm)	X ₂ (mm)	计算半宽度 Y(mm)	设计半宽度(mm)
东墙(内凸)	3250	/	600	1284.8	1620
西墙(内凸)	3650	/	600	1384.6	1620
室顶(外凸)	2385	1400	1350	1642	2400

由上表可知，本项目主屏蔽区宽度能够满足相应要求，设计合理。

四、各关注点辐射剂量率预测分析

(1) 主屏蔽墙外及室顶主屏蔽墙外 (a 点、b 点、L 点)

直线加速器机房主屏蔽墙外的辐射剂量率 \dot{H} 利用下列公式对初级辐射进行屏蔽计算：

$$X_e = X \bullet \sec \theta \dots\dots\dots (11-11)$$

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TV L_1)/TVL} \dots\dots\dots (11-12)$$

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f}{R^2} \bullet B \dots\dots\dots (11-13)$$

式中：

\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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

\dot{H} —在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)；

f—对有用束为 1；对泄漏辐射取 0.1%；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

X_e —有效屏蔽厚度，m；

X—屏蔽物质厚度，m；

θ —斜射角，入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角，取 0° ；

TVL_1 —第一个什值层厚度（未指明 TVL_1 时， $TVL_1=TVL$ ），m；

TVL—平衡时的什值层厚度，m。

主屏蔽墙外辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 有用线束辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL_1	TVL	f	R	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	mm	mm	mm	/	mm	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
关注点 a	3.6×10^8	2750	410	370	1	7300	0.32
关注点 b	3.6×10^8	2902	410	370	1	7470	0.11
关注点 L	3.6×10^8	2750	410	370	1	6400	0.42

(2) 与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙 (b_1 、 b_2 、 c_1 、 c_2 、 m_1 、 m_2)

初级辐射束不直接到达该屏蔽墙，屏蔽计算考虑加速器的泄漏辐射和来自患者体表的散射辐射。

①患者体表的散射辐射

根据式 11-11 及式 11-12 求出屏蔽透射因子 B 后利用下式对患者体表的散射辐射进行屏蔽计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot \alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_s^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-14)$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点的剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) ；

\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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；

α_{ph} —患者 400cm^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 400cm^2 面积上的散射因子； 30° 的散射因子为 3.18×10^{-3} ；

R_s —患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积， cm^2 。

X_e —有效屏蔽厚度（见式 11-11，其中 θ 取 30° ），m

B —屏蔽透射因子，（见式 11-12，其中 $\text{TVL}_1=\text{TVL}$ ）；

与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙患者体表散射辐射计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 患者体表散射辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_C	X	TVL	α_{ph}	F	R_s	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	mm	mm	/	cm^2	mm	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
关注点 d_1 、 d_2	3.6×10^8	2150	280	3.18×10^{-3}	1600	6720	1.38×10^{-4}
关注点 C_1 、 C_2	3.6×10^8	2270	280	3.18×10^{-3}	1600	6550	4.65×10^{-5}
关注点 m_1 、 m_2	3.6×10^8	1400	280	3.18×10^{-3}	1600	5810	0.23

② 泄漏辐射

泄漏辐射剂量率一般按初级辐射束的 0.1% 计，可利用公式 11-11、11-12、11-13 对与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙泄露辐射进行屏蔽计算。与主屏蔽墙直接相连的次屏蔽墙泄漏辐射计算参数及结果见下表 11-8。

表 11-8 泄露辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_C	X	TVL_1	TVL	f	R	\dot{H}
单位	$\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	mm	mm	mm	/	mm	$\mu\text{Sv}/\text{h}$
关注点 d_1 、 d_2	3.6×10^8	2150	350	310	0.001	7650	8.12×10^{-5}
关注点 C_1 、 C_2	3.6×10^8	2270	350	310	0.001	7464	3.05×10^{-5}
关注点 m_1 、 m_2	3.6×10^8	1400	350	310	0.001	6790	6.40×10^{-2}

(3) 侧屏蔽墙 (e、f) 及迷路外墙 (k)

侧屏蔽墙及迷路外墙按加速器泄漏辐射进行估算，泄漏辐射剂量率一般按初级辐射束的 0.1% 计，可利用公式 (11-11、11-12、11-13) 进行屏蔽计算。计算参数及结果见下表 11-9。

表 11-9 侧屏蔽墙泄露辐射计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_0	X	TVL ₁	TVL	f	R	\dot{H}
单位	μSv·m ² /h	mm	mm	mm	/	mm	μSv/h
关注点 e	3.6×10 ⁸	1688	350	310	0.001	5340	6.10×10 ⁻²
关注点 f	3.6×10 ⁸	1200	350	310	0.001	7970	1.03
关注点 k	3.6×10 ⁸	1568	350	310	0.001	8270	6.20×10 ⁻²

(4) 迷道入口处 (g 点)

本项目直线加速器为 10MeV，加速器迷道入口铅门内的辐射剂量率计算考虑散射辐射与泄露辐射，依据《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，加速器 (≤10MV) 机房的迷路辐射屏蔽与剂量估算模式计算。

①迷路散射辐射 (路径: o₁-o-i-g)

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \dots\dots\dots (11-15)$$

式中:

\dot{H}_g —迷路入口处的散射辐射剂量率 (μSv/h) ;

\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, μSv·m²/h, 本项目为 3.6×10⁸;

α_{ph} —患者 400cm² 面积上的散射因子, 通常取 45° 散射角的值 (见附录 B 表 B.2), 本项目取 45° 散射角的 10MV 的散射因子, 即 α_{ph} 为 1.35×10⁻³;

R₁—“o-i”的距离, 6.87m;

R₂—“i-g”的距离, 9.70m;

F—治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积, 1600cm²。

α_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°, 散射角为 0°, α_2 值见附录 B 表 B.6, 通常使用其 0.5MeV 栏内的值, 22×10⁻³。

A—i 处的散射面积, 9.6m²。

迷路散射辐射计算参数及计算结果见表 11-10。

表 11-10 迷路散射辐射剂量率计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_G	α_{ph}	α_2	A	R ₁	R ₂	\dot{H}_g
单位	μSv·m ² /h	/	/	m ²	m	m	μSv/h
迷道入口 g 点	3.6×10 ⁸	1.35×10 ⁻³	22.0×10 ⁻³	9.6	6.87	9.7	92.45

②加速器泄漏辐射穿过迷道内墙透射至迷路入口铅门内（路径：O₁-g）

泄漏辐射穿过迷道内墙透射至迷道入口 g 点处的剂量率 \dot{H}_{og} ，其值按式（11-11、11-12、11-13）计算。计算参数及结果见下表 11-11。

表 11-11 泄漏辐射穿过迷道内墙透射至迷道入口 g 点处计算参数及结果

参数名称	\dot{H}_G	X	TVL ₁	TVL	f	R	\dot{H}_{og}
单位	μSv·m ² /h	mm	mm	mm	/	m	μSv/h
关注点 g	3.6×10 ⁸	1168	310	350	0.001	7.1	0.43

(5) 加速器机房防护门外剂量率

加速器机房防护门外剂量率 \dot{H} 按式（11-16）计算

$$\dot{H} = \dot{H}_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \dots\dots\dots (11-16)$$

式中：

TVL—0.5，cm；

X—铅门厚度，cm；

防护门外剂量率计算参数及计算结果见表 11-12。

表 11-12 防护门外剂量率计算参数及计算结果

参数名称	\dot{H}_g	\dot{H}_{og}	X	TVL	\dot{H}
单位	μSv/h	μSv/h	mm	mm	μSv/h
防护门外 g 点	92.45	0.43	12	5	1.22

(6) 中子计算

①总中子注量 Φ_B 计算

迷路的中子散射路径为“O-B-g”。B 点是等中心点与迷路内墙端的连线和迷路长轴中心线之间的交点。在 B 点处的总中子注量 Φ_B 按式（11-17）计算：

$$\Phi_B = \frac{Q_n}{4\pi d_1^2} + \frac{5.4Q_n}{2\pi S} + \frac{1.26Q_n}{2\pi S} \dots\dots\dots (11-17)$$

式中：

Φ_B —等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，（中子数/m²）/Gy；

Q_n —在等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数，中子数/Gy，
本次核算取典型值 8.0×10^{10} 。

d_1 —等中心点 O 至 B 点的距离，6m；

S—治疗机房的总内表面积（m²），包括四壁墙、顶面和底面，不包括迷路内各面积。

B 点处的总中子注量 Φ_B 计算参数及结果见下表 11-13。

表 11-13 B 点处的总中子注量 Φ_B 计算参数及结果

位置	参数名称	Q_n	d_1	S	Φ_B
	单位	中子数/Gy	m	m ²	（中子数/m ² ）/Gy
B 点	数据	8.0×10^{10}	6	223	5.6×10^8

②机房入口的中子俘获 γ 射线剂量率（ \dot{H}_γ ）计算

机房内及迷路中的中子在与屏蔽物质作用时产生中子俘获 γ 射线，机房入口 g 点处无防护门时的中子俘获 γ 射线剂量率 \dot{H}_γ 按式（11-18）计算。

$$\dot{H}_\gamma = 6.9 \times 10^{-16} \cdot \Phi_B \cdot 10^{-d_2/TVD} \cdot \dot{H}_O \dots\dots\dots (11-18)$$

式中：

6.9×10^{-16} —该方法中的经验因子，Sv/（中子数/m²）；

Φ_B —等中心处 1Gy 治疗照射时 B 处的总中子注量，（中子数/m²）/Gy；

d_2 —B 点至机房入口（g）的距离，对于二阶迷路，以二阶迷路 d_{2a} 和 d_{2b} 之和代替 d_2 ；

TVD—将 γ 辐射剂量减至其十分之一的距离（称为什值距离），取 3.9m

\dot{H}_O —等中心点处治疗 X 射线剂量率（ μ Gy/h），依 GBZ/T 201.1 的 4.8.3，屏蔽计算中可视为 μ Sv/h。

机房入口的中子俘获 γ 射线剂量率计算参数及结果见下表 11-14。

表 11-14 机房入口的中子俘获γ射线剂量率计算参数及结果

位置	参数名称	\dot{H}_O	Φ_B	d_2	TVD	\dot{H}_γ
	单位	μSv/h	(中子数/m ²)/Gy	m	m	μSv/h
g 点	数据	3.6×10 ⁸	5.6×10 ⁸	7.8	3.9	1.39

③机房入口中子剂量率 (\dot{H}_n) 计算

机房内的中子经迷路散射后在机房入口 g 点处无防护门时的剂量率 \dot{H}_n 按下式计算。

$$\dot{H}_n = 2.4 \times 10^{-15} \cdot \Phi_B \cdot \sqrt{\frac{S_0}{S_1}} \cdot [1.64 \times 10^{-(d_2/1.9)} + 10^{-(d_2/T_n)}] \cdot \dot{H}_O \dots\dots\dots(11-19)$$

式中：

2.4×10⁻¹⁵—该计算方法中经验因子，Sv/（中子数/m²）；

S₀—迷路内口的面积，m²；

S₁—迷路横截面积，m²；

d₂—B 点到迷路入口（g）的距离，m；

T_n—迷路中能量相对高的中子剂量组分式（11-22）方括号中的第二项衰减至十分之一行径的距离（m），称为什值距离。T_n是一个经验值，与迷路横截面积有关，T_n按式（11-20）计算：

$$T_n = 2.06\sqrt{S_1} \dots\dots\dots(11-20)$$

机房入口中子剂量率计算参数及结果见下表 11-15。

表 11-15 机房入口中子剂量率计算参数及结果

位置	参数名称	\dot{H}_O	Φ_B	d_2	S ₀	S ₁	T _n	\dot{H}_n
	单位	μSv/h	(中子数/m ²)/Gy	m	m ²	m ²	m	μSv/h
g 点	数据	3.6×10 ⁸	5.6×10 ⁸	7.8	7.4	6.7	5.3	17.2

④机房入口门屏蔽

入口门屏蔽设计时，通常使中子和中子俘获γ射线屏蔽后有相同的辐射剂量率，对于中子俘获γ射线，以铅屏蔽；对于中子，以含硼（5%）聚乙烯屏蔽，所

需屏蔽防护厚度 X_γ 和 X_n 按式 (11-21) 和式 (11-22) 计算:

$$X_\gamma = TVL_\gamma \bullet \log \left[2 \dot{H}_\gamma / (\dot{H}_c - \dot{H}_{og}) \right] \dots\dots\dots (11-21)$$

$$X_n = TVL_n \bullet \log \left[2 \dot{H}_n / (\dot{H}_c - \dot{H}_{og}) \right] \dots\dots\dots (11-22)$$

式中:

X_γ 和 X_n 分别为屏蔽上述两种辐射的不同屏蔽材料的厚度, cm;

TVL_γ 和 TVL_n 分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层, cm, TVL_γ 取 3.1, TVL_n 取 4.5;

\dot{H}_γ 和 \dot{H}_n 分别为按式 (11-18) 和式 (11-19) 计算的入口处防护门内的辐射剂量率;

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平, $2.5\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_{og} — O_2 位置穿过迷路内墙的泄漏辐射在 g 点处的剂量率, $1\mu\text{Sv/h}$ 。

由于中子俘获 γ 射线的剂量率为 $0.83\mu\text{Sv/h}$, 低于剂量当量率参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 两者取对数后 X_γ 值将为负数, 且本项目设计的防护门为 10mmPb , 可以满足中子俘获 γ 射线的屏蔽。

X_n 计算参数及结果见表 11-16。

表 11-16 X_n 计算参数及结果

位置	参数	TVL_n (cm)	\dot{H}_n ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_{og} ($\mu\text{Sv/h}$)	X_n (cm)
防护门	数据	4.5	17.2	2.5	1	6.1

故本项目直线加速器机房防护门还需增加至少 6.1cm 厚的防中子材料(含硼 5%的聚乙烯), 才能满足中子屏蔽防护要求, 偏安全考虑, 建设单位防护门中防中子材料(含硼 5%的聚乙烯)厚度不低于 8cm 。

四、屏蔽计算结果汇总

本项目屏蔽计算结果汇总详见下表 11-17。

表 11-17 屏蔽计算结果汇总表

关注点	屏蔽墙体	理论计算厚度 mm	设计厚度 mm	理论计算辐射剂量率(μSv/h)	剂量率参考控制水平(μSv/h)
a	东墙主屏蔽墙	2678.4	2750	0.32	0.5
b	西墙主屏蔽墙	2412.3	2902	0.11	2.5
c1、c2	东墙侧次蔽墙	1300.1	2150	7.7×10^{-5}	0.5
d1、d2	西墙侧次蔽墙	1121.3	2270	2.19×10^{-4}	2.5
e	北侧侧墙	1281.3	1688	6.10×10^{-2}	1.25
f	南侧侧墙	1080.2	1200	1.03	2.5
g	防护门	8.95	12	1.22	2.5
L	室顶主屏蔽墙	2462.0	2750	0.42	2.5
m1、m2	室顶次屏蔽墙	972.8	1400	0.29	2.5
k	迷路外墙	1070.2	1568	6.20×10^{-2}	2.5

综上所述，本项目直线加速器机房防护墙及防护门的设计厚度能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）中规定的加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的剂量限值要求，且能够满足本环评规定的各关注点周围剂量当量率参考控制水平要求。

11.2.1.2 人员剂量预测分析

根据建设单位提供资料，本项目直线加速器运行后，每天平均最大治疗约 40 人，均为调强放射治疗，每周工作 5 天，每年工作 50 周，治疗时平均每人照射时间约 3min，周治疗照射时间约 10h，年治疗照射时间约 500h。按照联合国原子辐射效应联合委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，项目致人员辐射剂量可按照下式 11-23 计算。

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-23)$$

式中：

H—辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

\dot{H} —预测关注点剂量率，μSv/h；

t—年工作时间，h；

T—居留因子；

1.0—剂量转换因子，Sv/Gy。

直线加速器机房外关注点辐射剂量所致人员剂量计算结果见下表。

表 11-18 直线加速器机房外关注点辐射剂量所致人员剂量

关注人群	点位	预测关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子/T	年工作时间/t(h)	年剂量(mSv)
职业人员	a (控制室)	0.32	1	500	0.16
	c1、c2 (控制室)	7.7×10^{-5}	1	500	3.85×10^{-5}
	f (控制室)	1.03	1/2	500	0.26
公众人员	b (风道)	0.11	1/16	500	3.44×10^{-3}
	d1、d2 (风道)	2.19×10^{-4}	1/16	500	6.84×10^{-6}
	e (医院道路)	6.10×10^{-2}	1/5	500	6.1×10^{-3}
	f (模拟定位机机房)	1.03	1/4	500	0.12
	g (加速器机房门外)	1.22	1/8	500	0.076
	L (加速器机房楼顶)	0.42	1/20	500	0.01
	m ₁ 、m ₂ (加速器机房楼顶)	0.29	1/20	500	7.25×10^{-3}
k (模拟定位 CT 机房)	6.20×10^{-2}	1/4	500	7.75×10^{-3}	

备注：模拟定位 CT 机房控制室选取 f 点作为参考

分析上表可知，按照机房的防护设计情况，项目运行后直线加速器机房职业人员最大年剂量为 0.26mSv，公众人员最大年剂量为 0.12mSv，所致人员年剂量满足年剂量约束限值要求（职业人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的）。

11.2.1.3 臭氧对环境的影响

医用直线加速器在开机运行时，高能电子线与空气相互作用会产生少量的有害气体，主要是臭氧和氮氧化物。其中臭氧的毒性最大，产额最高，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且危害较臭氧小，因此，本次评价仅对臭氧进行预测评价。

加速器 X 射线和电子线是扩展辐射束，依 IAEA188《电子直线加速器工作

的辐射安全问题》和《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志 VoL14, 2, P101, 1994），加速器辐射所致 O₃ 产额估算方法如下：

1、有用束所致 O₃ 产额

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) R G \dots\dots\dots (11-24)$$

式中：

P—臭氧产率，mg/h；

\dot{D}_0 —有用束在距离源点 1m 处的剂量率，Gy·m²/min，本项目取值为 6；

θ —有用线束半张角，本项目为 14°；

R—靶到屏蔽物的距离（m），本项目取等中心点距墙体最近距离 3.25m；

G—为空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取 6；

2、泄漏辐射所致 O₃ 产额

将泄漏辐射看成 4 π 方向均匀分布的点源（包括有用线束限定的空间区）。并考虑机房墙壁的散射线使治疗室内的 O₃ 产额增加 10%，O₃ 产额为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_0 G V^{1/3} \dots\dots\dots (11-25)$$

式中：

V—加速器治疗室内空间体积，195.43m³；

其他同式 11-22。

计算得出有用束及泄漏辐射 O₃ 产额共 10.75mg/h。

如照射时间足够长，浓度均匀，则室内附加的臭氧平衡浓度由下式估算：

$$C = P \times T / V \dots\dots\dots (11-26)$$

式中：C 为加速器治疗室内臭氧浓度，mg/m³；

T 为臭氧有效清除时间，h；

V 为加速器治疗室内空间体积，本项目为 195.43m³（含吊顶）；

$$T = T_v \times T_a / (T_v + T_a) \dots\dots\dots (11-27)$$

式中：

T_v—每次换气时间，h；本项目机房拟设置风机排风量约为 1200m³/h（连续通风），风机换气次数为每小时换气 6 次（机房净空体积为 195.43m³），每次换

气时间约 0.16h;

Ta—臭氧分解时间, h; 此处取为 0.83h;

经计算: 室内臭氧的平衡浓度为 $7.4 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$, 室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002) 中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16 \text{mg/m}^3$ 的标准限值, 本项目产生的臭氧通过通风管道引至屋顶高空排放。采取以上措施后, 本项目直线加速器运行时所产生的臭氧对机房周围的大气环境影响较小。

11.2.1.4 通风系统分析

直线加速器机房风机排风量为 $1200 \text{m}^3/\text{h}$, 机房净空体积均为 195.43m^3 (不含迷道部分), 风机换气次数为每小时换气 6 次, 均满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) 中不低于 4 次/小时的要求。

本项目加速器机房为改造机房, 采用独立的排风系统, 项目机房未设置进风管道, 从机房入口处进风, 排风口 (1 个) 位于机房北墙东侧, 排风管道以 U 型穿墙方式从北侧屏蔽墙下方穿过引至屋顶高空排放。可保证良好的通风效果同时不影响机房的防护效果。满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011) 的要求。现场照片详见下图 11-3。



加速器机房排风口



排风口外环境

11.2.1.5 管线布置设计评

本项目机房内的电缆沟以“U”型地沟形式穿出机房，且电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充，对穿墙管线采取增加铅皮包裹的方式进行屏蔽补偿，能有效控制管线孔的辐射泄漏，符合要求。

11.2.2 DSA 环境影响分析

11.2.2.1 剂量估算

1 号 DSA 位于新建介入治疗中心介入机房 1，机房东侧为无菌间及病人准备间，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为医院道路，机房北侧为控制室及谈话间，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。2 号 DSA 位于新建介入治疗中心介入机房 2，机房东侧为医院道路，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为无菌间及病人准备间，机房北侧为控制室，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。

DSA 工作时包括摄影模式和透视模式，根据医院提供资料，本项目 DSA 设备运行后每台每周最大工作量为 20 台手术（年工作 50 周），每台手术最大曝光时间包括摄影 30s，透视 10min，年最大曝光时间为 175h（其中摄影时间 8.3h，透视时间 166.7h）。项目 DSA 具有自动调强功能，可根据患者条件差异，自动调节曝光参数和出束剂量，另外，为了延长使用寿命，防止射线球管损坏，在实际运行过程中，通常不会采用最大管电压和管电流运行，根据厂家提供的说明书，透视时距靶 1m 处剂量率最大值为 $7.92 \times 10^5 \mu\text{Sv/h}$ ；摄影时最大值为 $8.3 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ 。

本项目 2 台 DSA 设备参数、机房大小、屏蔽防护设计、四周外环境一致，本项目选择 1 号 DSA 进行预测分析，选取机房内医生手术位、控制室操作位、机房四周防护墙外 30cm 处（选取距离辐射源最近的作为代表）、铅防护门外 30cm 处、机房下方距地板高 170cm 处、机房上方距顶棚地面 100cm 处做为本环评预测点位。介入手术过程中，机头有用射线直接照射人体，不会直接照射到医生手术位、机房的墙壁、地板、防护门及铅玻璃窗，故各预测点仅受到泄露辐射和病人体表散射照射影响，机房内医生手术位的剂量估算只考虑透视模式。

1、病人体表散射辐射影响分析

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算

(引用李德平、潘自强主编, 辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽[M]北京: 原子能出版社, 1987:P437) :

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-28)$$

式中:

H_s ——预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

α ——患者对 X 射线的散射比;

S ——散射面积, m^2 ; 取 0.04

d_0 ——源与病人的距离, m;

d_s ——病人与预测点的距离, m。

B ——屏蔽透射因子, 按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

附录 D 中公式计算:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \cdot \gamma \cdot X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (11-29)$$

式中:

B ——屏蔽透射因子;

X ——屏蔽材料铅当量厚度, mm;

α 、 β 、 γ ——铅对 125kV 管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数。

将各预测点处散射辐射剂量率计算结果列表如下:

表 11-19 DSA 散射辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

序号	预测点位	防护情况	铅当量	α	β	γ	B
a	医生防护门外表面 30cm 处	电动门	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}
b	病人防护门外表面 30cm 处	电动门	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}
c	设备间防护门	电动门	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}
d	污物防护门	平开门	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}
e	无菌间防护门	平开门	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}
f	机房观察窗外表面 30cm 处	密闭铅玻璃	4mmPb	2.233	7.888	0.7295	1.67×10^{-5}

g	机房东墙外表面 30cm 处	200mm 加气混凝土砌块墙 +4mm 铅板	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.45×10^{-6}
h	机房南墙外表面 30cm 处	200mm 加气混凝土砌块墙 +4mm 铅板	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.45×10^{-6}
i	机房西墙外表面 30cm 处	200mm 加气混凝土砌块墙 +4mm 铅板	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.45×10^{-6}
j	机房北墙外表面 30cm 处	200mm 加气混凝土砌块墙 +4mm 铅板	4.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	5.45×10^{-6}
k	机房楼下距地板高 1.7m 处	200mm 混凝土现浇层 +20mm 钡水泥	3.8mmPb	2.233	7.888	0.7295	2.61×10^{-5}
r	机房楼上距地板高 1m 处	200mm 混凝土现浇层 +20mm 钡水泥	3.8mmPb	2.233	7.888	0.7295	2.61×10^{-5}
m	医生手术位 (未穿铅衣)	悬吊式铅帘 0.5mmPb	0.5mmPb	2.233	7.888	0.7295	0.073
	医生手术位 (穿铅衣)	悬吊式铅帘 0.5mmPb+0.5mmPb 铅衣	1mmPb	2.233	7.888	0.7295	0.017

各预测点位散射辐射剂量计算参数及结果见下表 11-20。

表 11-20 DSA 不同模式下各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

模式	序号	预测点位	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	B	α	S m^2	d_0 m	D_s m	H_s $\mu\text{Sv/h}$
透视	a	医生防护门外表面 30cm 处	7.92×10^5	1.67×10^{-5}	0.0015	0.04	0.5	5.8	9.44×10^{-5}
	b	病人防护门外表面 30cm 处		1.67×10^{-5}				6.0	8.82×10^{-5}

	c	设备间防护门		1.67×10^{-5}				5.8	9.44×10^{-5}
	d	污物防护门		1.67×10^{-5}				5.8	9.44×10^{-5}
	e	无菌间防护门		1.67×10^{-5}				5.2	1.17×10^{-4}
	f	机房观察窗外表面30cm处		1.67×10^{-5}				3.5	2.59×10^{-4}
	g	机房东墙外表面30cm处		5.45×10^{-6}				5.1	3.98×10^{-5}
	h	机房南墙外表面30cm处		5.45×10^{-6}				3.5	8.46×10^{-5}
	i	机房西墙外表面30cm处		5.45×10^{-6}				5.1	3.98×10^{-5}
	j	机房北墙外表面30cm处		5.45×10^{-6}				3.5	8.46×10^{-5}
	k	机房楼下距地板高1.7m处		2.61×10^{-5}	0.0018			2.7	8.17×10^{-4}
	r	机房楼上距地板高1m处		2.61×10^{-5}	0.0018			3.8	4.12×10^{-4}
	m	医生手术位(未穿铅衣)		0.073	0.0015			0.5	55.51
医生手术位(穿铅衣)			0.017				0.5	12.92	
摄影	a	医生防护门外表面30cm处	8.3×10^6	1.67×10^{-5}	0.0015	0.04	0.5	5.8	9.89×10^{-4}
	b	病人防护门外表面30cm处		1.67×10^{-5}				6.0	9.24×10^{-4}
	c	设备间防护门		1.67×10^{-5}				5.8	9.89×10^{-4}

d	污物防护门		1.67×10^{-5}			5.8	9.89×10^{-4}
e	无菌间防护门		1.67×10^{-5}			5.2	1.23×10^{-3}
f	机房观察窗外表面 30cm 处		1.67×10^{-5}			3.5	2.72×10^{-3}
g	机房东墙外表面 30cm 处		5.45×10^{-6}			5.1	4.17×10^{-4}
h	机房南墙外表面 30cm 处		5.45×10^{-6}			3.5	8.86×10^{-4}
i	机房西墙外表面 30cm 处		5.45×10^{-6}			5.1	4.17×10^{-4}
j	机房北墙外表面 30cm 处		5.45×10^{-6}			3.5	8.86×10^{-4}
k	机房楼下距地板高 1.7m 处		2.61×10^{-5}	0.0018		2.7	8.56×10^{-3}
r	机房楼上距地板高 1m 处		2.61×10^{-5}	0.0018		3.8	4.32×10^{-3}

2、泄漏辐射影响分析

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1% 计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式进行计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-30)$$

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f—泄漏射线比率，0.1%；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R—靶点距关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照式 11-23 计算。

表 11-21 DSA 泄漏辐射各预测点屏蔽透射因子计算结果

序号	预测点位	防护情况	铅当量	α	β	γ	B
a	医生防护门外表面 30cm 处	电动门	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
b	病人防护门外表面 30cm 处	电动门	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
c	设备间防护门	电动门	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
d	污物防护门	平开门	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
e	无菌间防护门	平开门	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
f	机房观察窗外表面 30cm 处	密闭铅玻璃	4mmPb	2.219	7.923	0.5386	8.42×10^{-6}
g	机房东墙外表面 30cm 处	200mm 加气 混凝土砌块 墙+4mm 铅板	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76×10^{-6}
h	机房南墙外表面 30cm 处	200mm 加气 混凝土砌块 墙+4mm 铅板	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76×10^{-6}
i	机房西墙外表面 30cm 处	200mm 加气 混凝土砌块 墙+4mm 铅板	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76×10^{-6}
j	机房北墙外表面 30cm 处	200mm 加气 混凝土砌块 墙+4mm 铅板	4.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	2.76×10^{-6}
k	机房楼下距 地板高 1.7m 处	200mm 混凝土 现浇层+20mm 钡水泥	3.8mmPb	2.219	7.923	0.5386	1.32×10^{-5}
r	机房楼上距 地板高 1m 处	200mm 混凝土 现浇层+20mm 钡水泥	3.8mmPb	2.219	7.923	0.5386	1.32×10^{-5}
m	医生手术位 (未穿铅 衣)	悬吊式铅帘 0.5mmPb	0.5mmPb	2.219	7.923	0.5386	0.56
	医生手术位 (穿铅衣)	悬吊式铅帘 0.5mmPb+0.5m mPb 铅衣	1mmPb	2.219	7.923	0.5386	0.01

各预测点不同模式下的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-22 1 号 DSA 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

模式	序号	预测点位	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	f	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
透视	a	医生防护门外表面 30cm 处	7.92×10^5	8.42×10^{-6}	0.001	5.8	1.98×10^{-4}
	b	病人防护门外表面 30cm 处		8.42×10^{-6}		6.0	1.85×10^{-4}
	c	设备间防护门		8.42×10^{-6}		5.8	1.98×10^{-4}
	d	污物防护门		8.42×10^{-6}		5.8	1.98×10^{-4}
	e	无菌间防护门		8.42×10^{-6}		5.2	2.47×10^{-4}
	f	机房观察窗外表面 30cm 处		8.42×10^{-6}		3.5	5.44×10^{-4}
	g	机房东墙外表面 30cm 处		2.76×10^{-6}		5.1	8.40×10^{-5}
	h	机房南墙外表面 30cm 处		2.76×10^{-6}		3.5	1.78×10^{-4}
	i	机房西墙外表面 30cm 处		2.76×10^{-6}		5.1	8.40×10^{-5}
	j	机房北墙外表面 30cm 处		2.76×10^{-6}		3.5	1.78×10^{-4}
	k	机房楼下距地板高 1.7m 处		1.32×10^{-5}		2.7	1.43×10^{-3}
	r	机房楼上距地板高 1m 处		1.32×10^{-5}		3.8	7.24×10^{-4}
	m	医生手术位(未穿铅衣)		0.056		0.5	177.41
		医生手术位(穿铅衣)		0.01		0.5	34.84
摄影	a	医生防护门外表面 30cm 处	8.3×10^6	8.42×10^{-6}	0.001	5.8	2.08×10^{-3}
	b	病人防护门外表面 30cm 处		8.42×10^{-6}		6.0	1.94×10^{-3}
	c	设备间防护门		8.42×10^{-6}		5.8	2.08×10^{-3}

d	污物防护门	8.42×10^{-6}	5.8	2.08×10^{-3}
e	无菌间防护门	8.42×10^{-6}	5.2	2.58×10^{-3}
f	机房观察窗外表面 30cm 处	8.42×10^{-6}	3.5	5.70×10^{-3}
g	机房东墙外表面 30cm 处	2.76×10^{-6}	5.1	8.81×10^{-4}
h	机房南墙外表面 30cm 处	2.76×10^{-6}	3.5	1.87×10^{-3}
i	机房西墙外表面 30cm 处	2.76×10^{-6}	5.1	8.81×10^{-4}
j	机房北墙外表面 30cm 处	2.76×10^{-6}	3.5	1.87×10^{-3}
k	机房楼下距地板高 1.7m 处	1.32×10^{-5}	2.7	1.50×10^{-2}
r	机房楼上距地板高 1m 处	1.32×10^{-5}	3.8	7.59×10^{-3}

根据计算结果，将不同模式下各个预测点的总的附加剂量率统计于下表。

表 11-23 DSA 预测点的总附加剂量率

模式	序号	预测点位	散射辐射 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总的附加剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
透 视	a	医生防护门外表面 30cm 处	9.44×10^{-5}	1.98×10^{-4}	2.92×10^{-4}	
	b	病人防护门外表面 30cm 处	8.82×10^{-5}	1.85×10^{-4}	2.73×10^{-4}	
	c	设备间防护门外表面 30cm 处	9.44×10^{-5}	1.98×10^{-4}	2.92×10^{-4}	
	d	污物防护门外表面 30cm 处	9.44×10^{-5}	1.98×10^{-4}	2.92×10^{-4}	
	e	无菌间防护门外表面 30cm 处	1.17×10^{-4}	2.47×10^{-4}	3.64×10^{-4}	
	f	机房观察窗外表面 30cm 处	2.59×10^{-4}	5.44×10^{-4}	8.03×10^{-4}	
	g	机房东墙外表面 30cm 处	3.98×10^{-5}	8.40×10^{-5}	1.24×10^{-4}	
	h	机房南墙外表面 30cm 处	8.46×10^{-5}	1.78×10^{-4}	2.63×10^{-4}	
	i	机房西墙外表面 30cm 处	3.98×10^{-5}	8.40×10^{-5}	1.24×10^{-4}	
	j	机房北墙外表面 30cm 处	8.46×10^{-5}	1.78×10^{-4}	2.63×10^{-4}	
	k	机房楼下距地板高 1.7m 处	8.17×10^{-4}	1.43×10^{-3}	2.25×10^{-3}	
	r	机房楼上距地板高 1m 处	4.12×10^{-4}	7.24×10^{-4}	1.14×10^{-3}	
	m		医生手术位 (未穿铅衣)	55.51	177.41	232.92
			医生手术位 (穿铅衣)	12.92	34.84	47.76
摄 影	a	医生防护门外表面 30cm 处	9.89×10^{-4}	2.08×10^{-3}	3.07×10^{-3}	
	b	病人防护门外表面 30cm 处	9.24×10^{-4}	1.94×10^{-3}	2.86×10^{-3}	
	c	设备间防护门	9.89×10^{-4}	2.08×10^{-3}	3.07×10^{-3}	
	d	污物防护门	9.89×10^{-4}	2.08×10^{-3}	3.07×10^{-3}	
	e	无菌间防护门	1.23×10^{-3}	2.58×10^{-3}	3.81×10^{-3}	
	f	机房观察窗外表面 30cm 处	2.72×10^{-3}	5.70×10^{-3}	8.42×10^{-3}	
	g	机房东墙外表面 30cm 处	4.17×10^{-4}	8.81×10^{-4}	1.30×10^{-3}	
	h	机房南墙外表面 30cm 处	8.86×10^{-4}	1.87×10^{-3}	2.76×10^{-3}	
	i	机房西墙外表面 30cm 处	4.17×10^{-4}	8.81×10^{-4}	1.30×10^{-3}	

j	机房北墙外表面 30cm 处	8.86×10^{-4}	1.87×10^{-3}	2.76×10^{-3}
k	机房楼下距地板高 1.7m 处	8.56×10^{-3}	1.50×10^{-2}	2.36×10^{-2}
r	机房楼上距地板高 1m 处	4.32×10^{-3}	7.59×10^{-3}	1.19×10^{-2}

由上可知，DSA 运行期间医生手术位总附加剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入放射学设备在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ 的要求。其他关注点位辐射剂量率能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的要求。

3、附加年剂量估算

按照联合国原子辐射效应联合委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，项目致人员辐射剂量可按照下式计算。

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-31)$$

式中：

H—辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

\dot{H} —预测关注点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t—年工作时间，h；

T—居留因子；

根据 DSA 工作负荷和以上辐射剂量率的计算结果，推算得到放射工作人员和公众的年附加有效剂量，结果详见下表。

表 11-24 DSA 年附加有效剂量估算结果

序号	预测点位	工作模式	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年附加有效剂量 (mSv/a)		照射类型
a	医生防护门外表面 30cm 处	透视	2.92×10^{-4}	166.7	1/8	6.08×10^{-6}	9.27×10^{-6}	公众照射
		摄影	3.07×10^{-3}	8.3		3.19×10^{-6}		
b	病人防护门外表面 30cm 处	透视	2.73×10^{-4}	166.7	1/8	5.69×10^{-6}	8.66×10^{-6}	公众照射
		摄影	2.86×10^{-3}	8.3		2.97×10^{-6}		

c	设备间防护门外表面 30cm 处	透视	2.92×10^{-4}	166.7	1/16	3.04×10^{-6}	4.64×10^{-6}	公众 照射
		摄影	3.07×10^{-3}	8.3		1.60×10^{-6}		
d	污物防护门外表面 30cm 处	透视	2.92×10^{-4}	166.7	1/8	6.08×10^{-6}	9.27×10^{-6}	公众 照射
		摄影	3.07×10^{-3}	8.3		3.19×10^{-6}		
e	无菌间防护门外表面 30cm 处	透视	3.64×10^{-4}	166.7	1/16	3.79×10^{-6}	5.77×10^{-6}	公众 照射
		摄影	3.81×10^{-3}	8.3		1.98×10^{-6}		
f	机房观察窗外表面 30cm 处	透视	8.03×10^{-4}	166.7	1	1.34×10^{-4}	2.04×10^{-4}	职业 照射
		摄影	8.42×10^{-3}	8.3		6.99×10^{-5}		
g	机房东墙外表面 30cm 处	透视	1.24×10^{-4}	166.7	1/8	2.58×10^{-6}	3.39×10^{-6}	公众 照射
		摄影	1.30×10^{-3}	8.3		1.35×10^{-6}		
h	机房南墙外表面 30cm 处	透视	2.63×10^{-4}	166.7	1/8	5.48×10^{-6}	8.34×10^{-6}	公众 照射
		摄影	2.76×10^{-3}	8.3		2.86×10^{-6}		
i	机房西墙外表面 30cm 处	透视	1.24×10^{-4}	166.7	1/4	5.16×10^{-6}	7.86×10^{-6}	公众 照射
		摄影	1.30×10^{-3}	8.3		2.7×10^{-6}		
j	机房北墙外表面 30cm 处	透视	2.63×10^{-4}	166.7	1	4.38×10^{-5}	6.67×10^{-5}	职业 照射
		摄影	2.76×10^{-3}	8.3		2.29×10^{-5}		
k	机房楼下距地板高 1.7m 处	透视	2.25×10^{-3}	166.7	1/8	4.69×10^{-5}	7.14×10^{-5}	公众 照射
		摄影	2.36×10^{-2}	8.3		2.45×10^{-5}		
r	机房楼上距地板高 1m 处	透视	1.14×10^{-3}	166.7	1/8	2.38×10^{-5}	3.61×10^{-5}	公众 照射
		摄影	1.19×10^{-2}	8.3		1.23×10^{-5}		
m	医生手术位	透视	47.76	55.6	1	2.65	2.65	职业 照射

由计算结果可知，本项目 DSA 正常运行后，对工作人员的附加有效累积剂量为 2.65mSv/a，对公众人员所造成的最大年附加有效剂量为 7.14×10^{-5} mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。且低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过

5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

4、DSA 同时工作叠加影响分析

本项目 2 台 DSA 分别位于介入机房 1(1 号 DSA)及介入机房 2(2 号 DSA)，介入机房一机房东侧为无菌间及病人准备间，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为医院道路，机房北侧为控制室及谈话间，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。介入机房 2 东侧为医院道路，机房南侧为设备间及污物通道，机房西侧为无菌间及病人准备间，机房北侧为控制室，机房下方为储藏室及走廊，机房上方为储物间及走廊。考虑到两台 DSA 同时工作会对上方及下方走廊产生影响，因此进行叠加影响分析。

根据表 11-25 计算数据，1 台 DSA 机房楼上距地板高 1m 处年附加有效剂量 $3.61 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，楼下距地板高 1.7m 处年附加有效剂量 $7.14 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，本项目两台 DSA 设备参数一致、机房屏蔽设施防护情况一致，考虑 2 台 DSA 的叠加影响，则上方年附加有效剂量 $7.22 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，下方年附加有效剂量 $1.43 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。叠加后对周围环境影响较小，基本可忽略不计。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故工况

医用直线加速器运行过程发生异常或事故的可能性包括：

(1) 联锁装置失效或设备运行时人员误留或误入机房，装置的运行可能对人员产生超剂量照射。

(2) 对加速器进行维修时，若发生联锁失效强制出束等情况时，导致维修人员可能受到意外的照射。

(3) 治疗计划系统、设备安全联锁、计时器和剂量显示系统等问题，导致患者受到偏离处方剂量的照射，甚至造成患者死亡。

DSA 运行过程发生异常或事故的可能性包括：

(1) 受检者皮肤电离辐射损伤，

(2) 工作人员手术中手部受到电离辐射损伤，

(3) 长期使用床上球管照射易造成工作人员放射性白内障。

11.3.2 异常和事故情况下的辐射危害评价

(1) 医用直线加速器

当加速器机房门机联锁装置发生故障，可能发生人员误入辐射现场；或当在加速器检修过程中，因工作疏忽造成加速器意外出束，受到加速器高能 X 射线外照射；当加速器控制系统故障，发出的射线剂量与控制系统标称值明显不符等意外情况。发生这些情况时，对加速器而言其输出的射线能量及实际运行容量不会超过屏蔽设计所取用的条件。因此，在这种情况下，加速器机房屏蔽防护效果并不会受到影响，机房外照射剂量不会有明显增加。但会给机房内接受治疗的患者或设备维修等其他相关人员造成不必要照射。过高剂量照射可能会对人员引起急性放射损伤。为此，必须事先制定应急处置预案，控制事故发生，减少事故可能造成的影响。

医用直线加速器治疗出束剂量率最高为 6Gy/min，机头漏射按 0.1% 计算，假设人员处于机头 1m 处，停留时间若是 1min，则受到的剂量约 6mSv，若考虑散射影响或处于主射线区域，则受到照射剂量更高。

(2) DSA

DSA 工作中可能存在非相关人员误入、设备检修过程中误操作等情况，导致相关人员受到照射。由于设备额定管电压、管电流较低，在短间接触的前提下，输出的 X 射线能量及剂量尚不致对人员造成严重的放射损伤。

11.3.3 事故预防措施

- (1) 建立健全辐射安全管理机构，落实辐射安全责任人。
- (2) 完善各项管理制度和事故应急预案；对辐射防护管理人员和操作人员进行必要的辐射防护知识培训并取得环保系统颁发的上岗证。
- (3) 定期对设备进行维护保养，是设备处于保持良好的工作状态。
- (4) 机房应当设有信号指示灯和报警装置，划分警戒控制区（手术室设为控制区，控制室及走廊等设为监督区），禁止非工作人员进入。安全管理制度张贴在各机房醒目位置。

11.3.4 风险应急预案

应制定放射事故风险应急预案，一旦发生事故能及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。对于医院射线装置，安装联锁装置、警示灯等，工作

人员严格按照操作规程操作，在开机前检查治疗室内是否还有无关人员在内，防护门是否关好，在仪器开机时打开防护门上方警示信号灯，警示无关人员不要靠近，就可以有效地防止照射事故的发生。如发生辐射照射事故，医院应立即启动应急预案措施，按照事故应急程序处理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构

遵照国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，且至少有 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。

医院成立了辐射安全管理领导小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作，划定职责与分工，保障放射职业人员、社会公众的健康与安全。该管理机构的基本组成涵盖各射线装置使用部门，在框架上基本符合要求。辐射安全与防护管理领导小组文件见附件。

12.2 辐射工作人员

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《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）中相关要求，从事辐射防护负责人和辐射工作人员上岗前需辐射防护培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受复训，不参加再培训的人员或者再培训考核不合格的人员，不得从事辐射工作。本项目 DSA 新增 6 名辐射工作人员（2 名医师、2 名护士、2 名技师），在本项目开展前，医院应保证人员到位并组织新增人员参加辐射防护与安全培训，取得合格证书，确保持证上岗。直线加速器机房配置 4 名工作人员（1 名医师、1 名物理师及 2 名技师），均依托现有工作人员，已参加辐射防护与安全培训，取得合格证书，确保持证上岗，证书见附件。

医院已为辐射工作人员配备个人剂量计，剂量计工作期间正确佩戴使用，每三个月送检。建立有个人剂量档案和职业健康监护档案，职业健康检查的频率为每年 1 次。为工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在医院从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

12.3 辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

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，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

医院已制定有相关的辐射安全与防护管理制度，包括：《辐射安全管理制度》、《辐射岗位工作职责》、《设备使用、管理及维修保养制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工程场所监测方案》、《辐射监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《防止误操作和受到意外照射的安全措施》、《辐射事故应急预案》、《DSA 操作规程》、《医用直线加速器操作规程》，建设单位目前制定的各项辐射安全与防护管理制度基本能够满足相关法规及实际运行的要求。建设单位应在工作过程中，严格遵守和执行各项管理制度，并根据实际工作需求及法规要求，定期对制度进行更新与完善。

12.4 辐射监测

本项目应按照《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环境保护部 18 号部令，2011 年）的规定，制定完善的监测计划和监测方案，监测方案包括个人剂量监测、工作场所监测及其记录档案等相关内容，对射线装置的安全和防状况进行年度评估，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。

12.4.1 个人剂量检测

医院严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量报警仪，同时根据每年的工作人员的变化增加个人剂量报警仪，并进行个人剂量监测（1 次/季度）和职业健康体检（1 次/年），安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量档案应当终身保存。

12.4.2 辐射工作场所周围环境防护监测

制定辐射环境监测计划，配备 X- γ 辐射剂量率仪对各射线装置工作场所常规

监测。监测点包括控制室、机房墙外、防护门外、相邻楼道和相邻楼层房间等，监测记录存档备查。定期委托具有监测资质的单位，对机房周围 X- γ 辐射剂量率进行监测，每年应至少进行 1 次。监测结果反映在年度自评估报告中一并上报发证机关。

12.5 辐射事故应急

12.5 辐射事故应急

建设单位制定有《辐射事故应急处理预案》，详见附件。应急预案中明确有应急组织、应急措施、事故紧急联系方式及电话。具备可操作性。如发生辐射照射事故，建设单位应立即启动应急预案措施，按照事故应急程序处理。

日常工作中，工作人员应严格按照操作规程操作，在开机前检查治疗室内是否还有无关人员在内，防护门是否关好，在仪器开机时打开防护门上方警示信号灯，警示无关人员不要靠近。在严格执行辐射防护及安全制度的情况下，就可以有效地防止照射事故的发生。

12.6 辐射活动能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，建设单位从事辐射活动应具备相应的条件。建设单位从事辐射活动能力详见下表 12-1。

表 12-1 舞阳县人民医院从事辐射活动能力分析

应具备条件	建设单位情况
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。	建设单位成立辐射安全防护领导小组，且明确有职责。符合要求。
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。	建设单位拟安排辐射工作人员参加辐射安全培训，并定期复训。符合要求。
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。	机房设计有警示灯和电离辐射警示标志，紧急停机开关，视频监控等。符合要求。
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。	建设单位拟配备辐射监测仪、个人剂量报警仪。符合要求。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安	建设单位已制定有相关制度，符合要求。

全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	
有完善的辐射事故应急措施	建设单位已制定有应急预案，明确了应急程序及其他相关应急措施。符合要求。

建设单位根据从事核技术应用项目的相关要求和管理需要，不断的完善并修改各种规章制度和章程，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关要求。在管理运行中严格按照管理要求进行管理施行后，其从事辐射活动的技术能力将可以符合相应法律法规的要求。

12.7 三同时竣工验收一览表

本项目建设完成后，需进行竣工环保验收，验收时相应的防护设施及辐射安全管理措施应落实到位。本项目三同时竣工验收一览表如下：

表 12-2 三同时竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求
1	设备参数	与本环评报告表一致，1台直线加速器（参数一致，X射线最大能量10MeV、电子线能量12MeV、最大输出剂量率600cGy/min）。2台DSA（参数一致，最大管电压125kV,最大管电流1250mA）
2	机房建设地点	与本环评报告表一致，加速器机房位于医院西北角，1号及2号DSA均位于新建介入治疗中心
3	辐射安全设施	机房的建设和布局与本环评报告表描述的内容一致，防护墙、防护门的屏蔽厚度及铅当量厚度满足本报告及辐射防护的要求；机房的各项辐射安全设施应落实到位，如铅门上方安装指示灯，张贴辐射警示标志，门前划出警戒线，门机连锁，机房及控制室内设置急停按钮、紧急照明、紧急开门按钮、摄像及对讲装置等等。
4	管理制度	《辐射安全管理制度》、《设备使用、管理及维修保养制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射岗位职责》、《辐射工作人员个人剂量监测制度》、《辐射防护培训管理制度》、《DSA操作规程》、《医用电子直线加速器的操作规程》等
5	剂量限值	射线装置机房入口处及防护墙外的周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h；控制室周围剂量当量率控制目标值应不大于0.5μSv/h；工作人员所受年有效剂量不大于5mSv/a；公众人员年有效剂量不大于

		0.25mSv/a。
6	监测仪器	配备 1 台 X-γ辐射巡检仪，3 台个人剂量报警仪，每位工作人员配备个人剂量计
7	环评批复	核查是否已经按照要求执行了环评及批复中的相关要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性

根据医院总体发展规划，拟将医院供应室位置拆除建设介入治疗中心，拟在新建介入治疗中心一楼设置 2 间介入手术室，拟新购 2 台 DSA 放置介入机房开展介入诊疗工作。拟淘汰原有 1 台医用电子直线加速器，对原有医用电子直线加速器机房进行改造，拟新购 1 台医用电子直线加速器（X 线能量为 10MeV）放置原有加速器机房进行放射治疗。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址合理性分析

本次环评项目选址充分考虑了公众及周围场所的防护和安全，周围无环境制约因素。故本项目选址合理可行。

13.1.3 环境影响分析结论

根据建设单位提供的机房防护设计资料，经预测分析，本项目直线加速器治疗机房各防护墙、防护门等相应设计能够使其周围关注点的辐射剂量率满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中相关限值要求；本项目数字减影血管造影机机房的放射防护设计方案能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的相关要求。

13.1.4 剂量估算结论

根据剂量估算，本项目直线加速器在正常运行后对工作人员的最大年附加有效剂量为 0.26mSv，对公众人员的最大年附加有效剂量为 0.12mSv；DSA 正常运行后，对工作人员的附加有效累积剂量为 2.65mSv/a，对公众人员所造成的最大年附加有效剂量为 7.14×10^{-5} mSv/a。均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。且低于本报告建议的剂量管理限值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

13.1.5 总体结论

综上所述，舞阳县人民医院射线装置应用项目符合正当化原则，工作人员及公众受到的年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。机房选址及设计合理，防护屏蔽措施

良好，从辐射安全和环境保护的角度而言，项目是可行的。

13.2 建议和要求

(1) 施工过程中不得破坏或降低机房原有防护能力。

(2) 认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，完善管理制度。定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

(3) 所有辐射工作人员必须参加相关环保部门组织的辐射安全防护培训，培训合格后才能上岗操作；

(4) 辐射工作人员应配戴个人剂量计，并每三个月定期送检，建立个人剂量档案，定期安排辐射工作人员进行体检，建立健康档案，并形成制度；

(4) 建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(5) 定期进行辐射场所环境剂量率监测，建立监测档案，根据放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法（环保部第 18 号令）的要求，对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 01 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日

附件 1：委托书

委托书

委 托 方：舞阳县人民医院

受 委 托 方：四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）

根据医院总体发展规划，拟将医院供应室位置拆除建设介入治疗中心，拟在新建介入治疗中心一楼设置 2 间介入手术室（介入机房 1 及介入机房 2），拟将拟新购 2 台 DSA 放置介入机房开展介入诊疗工作。拟淘汰原有 1 台医用电子直线加速器（型号：XHA600，X 线能量为 6MeV），对原有医用电子直线加速器机房进行改造，拟新购 1 台医用电子直线加速器（X 线能量为 10MeV）放置原有加速器机房进行放射治疗。为了保障公众健康，保护公共环境，同时也为了取得生态环境主管部门的许可，遵照《中华人民共和国环境影响评价法》及《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规的要求，特委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对我院核技术应用项目进行环境影响评价，特此委托。



附件 2：辐射安全许可证



填写说明

- 一、本证由发证机关填写（正本尺寸为：25.7×36.4厘米，副本采用A32开本，14×20.3厘米）。
- 二、证书编号
证书编号形式为：A 环辐证 [序列号]。A为各省的简称，环境保护部简称国；序列号为5位。
- 三、种类和范围
(一) 种类分为生产、销售、使用。
(二) 正本内，范围分为I类放射源、II类放射源、III类放射源、IV类放射源、V类放射源、I类射线装置、II类射线装置、III类射线装置。
副本内，范围写明放射源的核素名称、类别、总活度，非密封放射性物质工作场所级别、日等效最大操作量，射线装置的名称、类别、数量。
(三) 正本内，种类和范围填写种类和范围的组合，如生产I类放射源和II类放射源，销售和使用II类射线装置。特别的，生产、销售、使用非密封放射性物质的，种类和范围填写甲级非密封放射性物质工作场所、乙级非密封放射性物质工作场所或丙级非密封放射性物质工作场所。
建造I类射线装置的填写销售（含建造）I类射线装置。
四、“日等效最大操作量”、“工作场所等级”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）确定。
五、许可内容明细表为活页。

辐射工作单位须知

- 一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。
- 二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。
- 三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。
- 四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	舞阳县人民医院		
地址	河南省漯河市舞阳县北京路南段		
法定代表人	和晋山	电话	3939587258
证件类型	身份证	号码	410103196710203813
涉源部门	名称	地址	负责人
	介入科	北京路南段	庞晨光
	普科手术室	北京路南段	王宝珠
	放疗科	北京路南段	诸龙
	骨科病区	北京路南段	闫小侠
	放射科	北京路南段	闫小侠
	CT室	北京路南段	朱卫亚
种类和范围	使用II类、III类射线装置。		
许可证条件			
证书编号	豫环辐证[10504]		
有效期至	2024	年2	月
发证日期	2019	年2	月



活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号：豫环辐证[10504]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	血管造影	II类	1	使用
2	数字化移动摄影X射线机	III类	1	使用
3	移动式X射线机	III类	1	使用
4	口腔全景及头颅X射线系统	III类	1	使用
5	X直接成像系统	III类	1	使用
6	数字化胃肠机	III类	1	使用
7	数字乳腺X射线系统	III类	1	使用
8	模拟机	III类	1	使用
9	直线加速器	II类	1	使用
10	CT	III类	1	使用
11	64排双源CT	III类	1	使用
	以下空白			



台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：豫环辐证[10504]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向	审核人	审核日期
9	64排双源CT	SOMATOM Definition Flash stellar	II类	医用X射线计算机断层 扫描(CT)装置	CT室	来源 德国西门子		
						去向		
10	数字乳腺X射线系 统	Navigator DR Care	III类	医用诊断X射线装置	放射科	来源 深圳圣诺医疗设备		
						去向		
11	数字化移动摄影X 射线机	Optima XF240amt	III类	医用诊断X射线装置	骨科病区	来源 GE公司		
						去向		
	以下空白					来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		
						来源		
						去向		

附件 3：现有核技术应用项目环评批复

省级环保部门审批意见：

豫环辐表（2005）16号

舞阳县人民医院：

你单位核技术应用项目（直线加速器）环境影响报告表及评估中心技术评估报告收悉，现批复如下：

一、同意评估中心技术评估报告意见。

二、同意在拟选场址上建设医用电子直线加速器项目。该项目直线加速器能量为 6MeV。

三、你单位应将环评报告表中各项污染防治措施落实到各项工程设计和施工中，切实加强施工监理，确保核技术应用项目建设的工程质量。污染防治设计方案应报省、市环保局备案。

四、你院直线加速器建设项目运行前应建立健全放射环境管理机构和制度，指定专人负责环境保护工作，配备必要放射环境监测仪器。项目中涉及工作场所均应设置电离辐射警示标志，禁止无关人员接近直线加速器工作场所及周围，确保公众及环境安全。

五、该项目在进入试运行阶段前向环保部门报告；试运行三个月内，向我局申请核技术应用项目竣工环境保护验收，验收合格后，方可正式投入运行。

以上管理要求由漯河市环保局监督落实

经办人：[红色印章]

单位盖章

二〇〇五年六月十三日

省级环保部门审批意见:

豫环辐登表(2008)40号

舞阳县人民医院:

你单位上报的《核技术应用项目环境影响登记表》收悉。经研究,批复如下:

一、该项目属已建项目。批准该项目的类别和范围为:1.使用Ⅲ类医用射线装置;2.现有Ⅲ类射线装置4台(CT机、X线机等)。

二、你单位应成立辐射环境安全管理机构,明确环保专职管理人员,健全并完善辐射防护、环境安全管理、事故预防、操作规程和应急方案等各项规章制度。

三、射线装置工作场所须设置电离辐射标志和中文警示说明,划定辐射安全警戒线。配备相应辐射监测仪器,定期对射线工作场所及周围进行辐射环境水平监测,并建立环境安全档案。每年一月三十日前将上年度监测结果和射线装置安全和防护状况年度评估报告报省、市环保部门。

四、定期对安全负责人、操作与维护射线装置的工作人员进行辐射防护知识及相关法律、法规的培训与考核,并持证上岗;做好个人剂量检测和健康检查。

五、按规定办理“辐射安全许可证”,并向当地环保部门进行申报登记。

六、定期对射线装置防护性能及安全进行检查;射线装置使用、维修过程中应由专业技术人员进行操作;并做好辐射事故应急处理准备工作,防止发生辐射事故。一旦发生事故,按规定及时上报环保部门。

七、同意你单位在用核技术应用项目继续运行。

以上要求由漯河市环保局监督落实。

经办人签字:魏长春



河南省环境保护厅

豫环辐验〔2011〕286号

河南省环境保护厅 关于舞阳县人民医院 核技术应用项目竣工环境保护验收 的批复

舞阳县人民医院：

你单位上报的《建设项目竣工环境保护验收申请》、《舞阳县人民医院核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告》、《舞阳县人民医院核技术应用项目环境保护执行情况报告》和漯河市环保局验收初审意见收悉。经研究，批复如下：

一、此次验收项目内容有：II类射线装置2台（直线加速器，DSA各一台），III类射线装置5台（CT一台、X光机两台、模拟定位机一台、高频乳腺机一台）；

二、该项目环保审批手续完备，环境保护设施按要求建设并落实。该项目在正常运行工况下，辐射工作人员和公众所受的辐射照射分别低于其剂量管理限值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，验收监测结论表明该项目未对周围辐射环境产生明显的环境影响，同意通过竣工环境保护验收。

三、你单位应设置专职辐射安全管理机构和人员，明确职责，继续完善各项辐射安全管理制度，加强防护设施管理，确保各项制度落实，确保辐射环境安全。

四、按照规定定期对安全负责人、操作与维护设备的工作人员进行辐射防护知识及相关法律、法规的培训与考核，并持证上岗，提高守法与自我防范意识。

五、对辐射工作场所及其周围环境定期进行监测，并建立环境监测档案，每年一月三十日前将上年度监测结果和防护状况年度评估报告报省、市环保部门。

六、做好辐射事故应急处理准备工作，防止发生辐射事故。一旦发生事故，按规定及时上报省、市环保部门。

七、请漯河市环保局负责该项目运行期间日常监督管理工作。



抄送：漯河市环保局

漯河市环境保护局

漯环辐表审【2016】第 002 号

漯河市环境保护局

关于舞阳县人民医院新增Ⅲ类射线装置使用项目 环境影响登记表的批复

舞阳县人民医院:

你单位上报的《Ⅲ类射线装置使用项目环境影响登记表》(以下简称《登记表》)已收悉。经研究,批复如下:

一、批准该项目使用的范围和数量为:新增使用Ⅲ类射线装置 3 台(口腔全景及头颅 X 射线系统 1 台,牙科 X 射线机 1 台,移动式 X 射线机 1 台)。

二、你单位应全面落实《登记表》中提出的各项污染防治措施和安全管理制,成立辐射环境安全管理机构,明确环保专职管理人员,健全并完善辐射防护、环境安全管理、事故预防、操作规程和应急预案等各项规章制度。专职人员名单及各项制度报市环保部门备案。

三、辐射工作场所应设置辐射警示标志和中文警示说明,划定辐射安全警戒线。配备与辐射工作场所操作人员相应的个人剂量牌,每年分季度将辐射工作单位自行评估表及自行评分表报告所辖区环保部门,按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作,发现安全隐患的,应立即进行整改,年度评估报告每年 1 月 31 日前报送我局及当地环保部门。

四、按要求定期对安全负责人、操作与维护的工作人员进行辐射防护知识及相关法律、法规的培训与考核,并持证上岗,做好个人剂量监测和健康检查档案。

五、安装、使用、维修过程中应由专业技术人员进行操作，做好辐射事故应急处理准备工作，防止发生辐射事故。一旦发生事故，按规定及时上报环保部门。

六、该项目建成试运行三个月内，应申请并通过辐射环境保护验收后，方可正式运行。



建设项目环境影响登记表

填报日期：2019-11-13

项目名称	舞阳县人民医院扩建医用射线装置应用项目		
建设地点	河南省漯河市舞阳县北京路南段	建筑面积(m²)	20
建设单位	舞阳县人民医院	法定代表人或者主要负责人	刘晋山
联系人	董共超	联系电话	13569696933
项目投资(万元)	550	环保投资(万元)	50
拟投入生产运营日期	2019-12-16		
建设性质	扩建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不低于已许可范围等级的核素或射线装置）项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 医院新增射线装置应用。二、建设规模 1、本次新增射线装置使用规模（1）数字乳腺X射线系统，最大管电压 40kV，最大管电流 100mA，使用位置乳腺钼靶室；（2）数字化移动摄影X射线机，最大管电压 140kV，最大管电流 500mA，使用位置放射科；		

<p>主要环境影响</p>	<p>辐射环境影响</p>	<p>采取的环保措施及排放去向</p>
<p>环保措施： 一、污染防治措施1、警示标识：工作场所设置电离辐射警示标志及中文警示说明，并且安装工作警示灯，设备工作时开启警示灯，告诫无关人员勿靠近场址；在射线装置周围1m处设置警戒线，以防止无关人员进入。2、屏蔽防护措施：工作场所墙体已使用硫酸钡涂抹5cm，并安装符合要求的防护门。3、射线装置故障时，射线装置断电，再由专业维修人员进入检查。4、辐射防护用品和监测仪器：辐射工作人员均配备个人剂量计及防护用品。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理2、规章制度：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案3、辐射事故应急措施4、个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案5、参加辐射安全和防护知识培训</p>		
<p>承诺：舞阳县人民医院刘晋山承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由舞阳县人民医院刘晋山承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：刘晋山</p>		
<p>备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201941112100000193。</p>		

领导小组主要职责：

- 1.制订本院辐射安全与防护工作的计划和总结，对辐射安全控制效果进行评议，定期对突发辐射事故应急预案、各辐射安全与防护制度进行修订；
- 2.负责对全院辐射安全与防护工作进行监督，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况
- 3.负责本院放射人员的健康档案管理；
- 4.组织实施放射人员关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作；
- 5.会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

舞阳县人民医院文件

舞医字 2018[75]号

关于调整辐射安全防护领导小组的通知

各科室：

根据医院人事变动，经医院研究决定调整辐射安全防护领导小组：

组：

组 长：刘晋山 院长

副组长：李明春 主管副院长

张中兴 医务科主任

成 员：闫小侠 放射科主任

谌 龙 放疗科主任

朱卫亚 CT 室主任

庞晨光 介入科主任



附件 5：规章制度及辐射事故应急预案

辐射安全管理制度

1. 为了贯彻落实《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《中华人民共和国放射性污染防治法》，确保工作人员及公众的安全，特制定本管理制度。

2. 强化工作人员的放射防护意识，自觉配合并切实落实诊所内放射设备的使用安全，避免放射事故的发生。

3. 操作人员应严格遵守各项安全操作规程，经常检查防护设施的性能，确保其安全正常的运转。射线装置变更时及时办理申报变更手续，机房定期进行辐射水平检测。

4. 采用放射诊断应遵循医疗照射正当化和放射防护最优化原则，避免一切不必要的照射，并事先告知受检者辐射对健康的潜在影响。放射工作人员上岗前必须经过放射防护知识和相关法规的专门培训，并通过考核合格后方可上岗，从业期间须接受定期培训，确保正确合理操作射线装置。

5. 放射诊疗工作人员上岗前须进行健康检查，合格后方可从事放射诊疗工作。对已经从事放射诊疗工作人员要进行在岗期间的定期健康检查，建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案。

6. 医用诊断 X 射线机须由专业放射影像医师操作，其他无关人员不得擅自用设备。

7. 进机房前须佩戴个人剂量计，开机前检查安全装置，记录机器运行状况，发现异常情况立即切掉电源并报告上级主管部门。

8. 对患者拍摄前应认真核对诊疗方案，准确对位，避免因操作不当导致重复照射。

9. 机房内除受检者外，陪同人员及其他无关人员不得进入。

10. 机房内必须配备一套受检者防护服装，并按规定使用。

11. 机房门必须设置门灯连锁装置并保持正常运行，张贴电离辐射警示标志。照射前必须关闭机房大门后方可开机照射，机房工作时大门上方应有红灯指示。

12. 各设备工作科室应该按照本制度，结合设备的特点制定更详细的辐射安全管理制度。

舞阳县人民医院

2020年3月

设备使用、管理及维修保养制度

一、设备使用制度

- 1、保持机房清洁，每日擦拭机器。温度及湿度保持在正常范围。
- 2、熟悉机器性能、工作条件及操作方法。
- 3、操作前认真核对机器各部件是否在正常位置。
- 4、仔细阅读各种检查申请单，坚持三查对（姓名、检查号、检查或手术部位及术式）。
- 5、检查时根据临床不同的监测目的，施行相应的监测方法。
- 6、严格安全防护制度，确保放射防护安全。
- 7、检查进行中指示灯有异常或特殊声响、气味或报告异常故障信号，立即停机检查。
- 8、危重患者或特殊检查，均应有家属或有关医务人员陪同，同时注意防护。
- 9、检查完毕，将机器恢复至初始位置，关闭机器，切断电源，同时保持室内清洁。
- 10、发生故障后，若暂时不能排除，应及时通知维修中心，同时上报有关领导。
- 11、非本室工作人员一律严禁进入机房。

二、设备管理制度

- 1、设备必须由放射科熟悉机器性能具有相应资格的操作人员操作，放射科医师和技术员应了解机器使用方法，严格遵守操作常规，避免因不当使用而引起的机器故障。
- 2、工作人员必须持有卫生行政部门颁发的大型医用设备“上岗合格证”及环保部门组织培训并拿到“辐射安全与防护培训合格证”。
- 3、机房工作人员每天上班前需按有关规定和程序测试机器的基本功能并做好测试记录，保证设备正常开机使用。做好基架，床面及控制台的清洁工作，检查机房内配备的辅助用品及防护用品等，做好检查前的各项准备工作。

- 4、检查过程中按照操作规程及设备使用方法，摆放病人正确的体位，设置合理的检查条件和参数，以保证得到符合诊断及治疗要求的影像检查资料。
- 5、设备使用过程中应注意是否正常运转，有无异常现象，如发现有异常的声音，气味和任何故障应立即停止使用，通知维修人员到场检查。
- 6、其他科室医师需使用本科设备需得到放射科同意，事先预约，由放射科工作人员指导使用，使用完毕应经放射科人员进行验收后方可离开机房。
- 7、每日工作结束后，将设备恢复至初始位状态，并做好设备的使用记录。
- 8、工作结束后，清点机房内的防护用品及辅助用品。做好设备和机房的清洁工作。
- 9、每日应监测机房及手术室内温度及湿度情况。温度应控制在 18-24℃。湿度应控制在 40-60%。

三. 设备维修保养制度

- 1、放射科机器维修，保养工作，由设备科或放射科专职维修人员负责。
- 2、放射科的设备需有日常运行情况，故障和维修记录。
- 3、定期进行机器的检查，保养和清洁工作。
- 4、设备发生故障时，维修人员应随时相应，立即检修，尽可能排除故障。不能修复时，立即与设备科和设备供应公司维修人员联系，并即使向科主任汇报和说明情况。
- 5、督促本科医技人员严格按操作规范使用设备。
- 6、每周巡视所有设备运行情况

舞阳县人民医院

2020年3月

辐射安全和防护设施维护维修制度

为保证我单位射线装置正常运行，保障射线装置检修维护期间辐射环境和工作人员安全，制定本制度如下：

一、成立安全设施检修维护管理小组（以下简称管理小组），管理小组组长由辐射安全防护小组组长担任，副组长由辐射工作技术骨干担任。

二、检修维护内容：

1. 定期检查防护门的门机连锁是否正常，控制台紧急停机按钮是否正常，是否存在隐患。

2. 定期检查出束声光装置是否正常，警示标志是否规范。

3. 监测仪器、个人剂量报警仪器等防护设备是否工作正常。

4. 射线装置维修后对场所进行检测，确保环境辐射安全。

三、检修维护频次及要求

1. 组织人员每月对检修维护内容中 1 至 4 项进行检查。需要维修的，需向领导小组报告。检查人员填写检修维护记录表，记录表应包括检查项目、方法、检查结果、处理情况、检查时间、检查人员等信息。

2. 检修维护人员必须佩带防护用品开展工作。

3. 射线装置维修应由专业技术人员或者由厂家的专业人员进行，维修后应对设备、场所监测，留存记录。

四、重大问题管理措施

发现门机连锁装置失常、控制台紧急停止按钮失灵、场所环境监测数据异常等严重安全隐患问题的，应及时关机，切断电源停止操作，并向领导小组报告。

重运行审批严重影响辐射安全的问题经整改完成后，经检查监测无异常，报领导小组批准后方可再次投入使用。

舞阳县人民医院

2020年3月

辐射工作场所监测方案

一、监测方法

外部监测：根据需要联系有资质的机构对放射工作场所进行监测或环境评价。

内部监测：每季度指定专人对放射工作场所进行监测，并记录档案。

应急监测：应急情况下，为查明辐射水平进行必要的内部或外部监测。

二、监测范围

各机房屏蔽墙外，防护门、观察窗及缝隙处，电缆及管道的出入口，候诊区、控制室，操作台等。

三、监测项目

X(γ)射线剂量当量率。

四、监测周期

外部监测：每年一次，由资质单位出具监测报告。

内部监测：每季度一次，并记录档案。

应急监测：随时应急监测。

舞阳县人民医院

2020年3月

辐射监测仪表使用与检验管理制度

一、医院所用的辐射监测仪表必须定期经相关单位计量检定。

二、监测仪表应处于正常可使用状态。

三、应有足够的（备用），准确的监测仪表用于工作人员的监测和防护，以及用于现场的辐射监测。

四、搞好监测仪表的维护保养工作，主要是做好仪表的防尘、防潮、防腐、防老化工作。

五、监测仪表必须建立专人负责制，实行档案管理制度，建档建卡，做到技术档案资料齐全、完整，仪表的说明书、操作规程等技术资料应妥善保管。

六、操作人员必须经过专门培训和考核方能操作，使用中应遵守操作规程，正确使用监测仪表，保证监测仪表不带病工作，不以粗代精，不超负荷使用。

七、监测仪表实行事故报告制度、发生事故，仪表负责人应立即报告仪器管理部门，并写出事故报告。

八、监测仪表由于长期使用，已达到耐用年限，技术性能已达不到技术指标，没有继续使用和修复价值，可提出报废申请，报主管部门批准后另行购置。

舞阳县人民医院

2020年3月

辐射岗位工作职责

一、科主任职责

- 1、在院长和医务科领导下，负责本科室的医疗、教学、科研、行政管理工作。
- 2、制定本科室工作计划并组织实施，经常督促检查，按时总结汇报。
- 3、根据本科室任务和人员情况进行科学分工，对病员进行及时的诊断治疗。
- 4、定期主持集体阅片，审签重要的诊断报告单，亲自参加临床会诊和对疑难病例的诊断治疗，经常检查放射诊断、治疗和投照质量。
- 5、经常与临床科室取得联系，征求意见，改进工作。
- 6、组织本科室人员的业务训练和技术考核，提出升、调、奖、惩的意见，学习、使用国内外的先进技术，开展科学研究、督促科风我员做好资料积累与登记、统计工作。
- 7、担任教学工作，搞好进修、实习人员的培训。
- 8、组织领导本科室人员认真执行各项规章制度的技术操作规程，检查工作人员的防护情况，严防差错事故的发生。
- 9、确定本科室人员轮换，值班和休假。
- 10、签本科室药品器材的申领与报销，经常检查机器的使用与保管情况。

二、放射技师职责：

- 1、在科主任领导和主治医师指导下进行工作。
- 2、负责X线投照、洗片诊断和放射线治疗工作，按时完成诊断报告，遇有疑难问题，及时请示上级医师。

3、参加会议和临床病例讨论会，担负一定的科研和教学任务，做好进修、实习人员的培训。

4、掌握 X 线机的一般原理、性能、使用及投照技术，遵守操作规程，做好防护工作，严防差错事故的发生。

5、加强与临床科室的联系，不断提高诊断符合率。

舞阳县人民医院

2020 年 3 月

辐射工作人员个人剂量管理制度

1. 个人剂量计应定期（不超过 90 天）到剂量监测机构进行检测和换领，个人剂量检测报告由相关指定负责人保存。

2. 个人剂量计应专人专用，辐射工作人员进行辐射工作时，佩戴于左胸前，避免受到高温、水泡、挤压及脱离本人存放。

3. 在每日辐射工作完成后，辐射工作人员应检查个人剂量计佩戴情况，避免遗落在工作现场。

4. 我医院辐射工作人员的年度个人剂量约束值为 5mSv，季度为 1.25mSv。

5. 辐射工作人员发现个人剂量计遗落在辐射工作现场或受到高温、水泡、挤压等情况时，必须在第一时间向负责人报告，并写出情况说明交负责人，放入个人剂量档案备案。

6. 辐射工作人员在年累计剂量数值超过 5mSv 时，负责人应对其进行调查，如属于正常使用造成剂量超标，当年度应停止其辐射工作，暂时安排其他非辐射工作岗位。如属于非正常使用造成剂量超标，当事人应写出书面材料，医院辐射防护管理小组根据此次事件严重性对当事人进行警告或相应处罚。

7. 当个人剂量超过 5mSv/年或 1.25mSv /季度时，在请示医院辐射防护管理组织负责人后，应作为个人剂量异常报告给相关部门。

8. 辐射工作人员单季度剂量数值超过 1.25mSv 时，负责人应对其进行调查，如属于正常使用造成剂量超标，应减少其辐射工作量。经核对当事人情况说明，确属非正常使用造成剂量超标，填写大剂量核查单回复剂量监测机构；如当事人未填写过情况说明，则应写

出书面材料交医院辐射防护管理组织，医院辐射防护管理组织根据此次事件严重性对当事人进行警告或相应处罚，填写大剂量核查单回复剂量监测机构。

9. 辐射工作人员发现个人剂量计遗失后，必须在第一时间向负责人报告，并写出情况说明。应及时进行补办剂量计，当事人需缴纳相应费用。在未取得新个人剂量计前，不得参与辐射工作。

10. 辐射工作人员如遇休假等情况暂离工作岗位，需将个人剂量计交由相关负责人保管，以防发生个人剂量缺失情况。辐射工作人员应正确佩戴个人剂量监测剂量计。对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般为左胸前；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。对于工作中穿戴铅围裙的场所，通常应佩戴在围裙里面躯干上；介入放射学操作时，还需要在围裙外面衣领上另外佩戴一个剂量计。非工作时间，剂量计放置在不照射的位置。

11. 禁止剂量计放在机房、操作间、衣服口袋、射线束下，禁止将剂量计带回家中。

舞阳县人民医院

2020年3月

辐射工作人员培训管理制度

从事放射工作的人员必须根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律、法规要求。辐射单位放射性工作人员和管理人员均应参加安全和防护知识培训。

1. 本单位的辐射安全负责人、管理和操作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核合格，持证上岗。并每四年进行一次复训。

2. 单位内部定期组织对管理人员、操作人员、使用人员进行辐射安全管理教育培训，培训内容为国家相关法律法规、辐射防护和应急知识。增强人员辐射安全意识，掌握辐射防护的原则和方法，做好辐射操作人员的个人剂量监测。

3. 每半年进行一次放射性事故应急预案演练，并存入环保档案。

4. 每季度进行一次防护知识学习。

舞阳县人民医院

2020年3月

防止误操作和受到意外照射的安全措施

- 1、防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安防措施
- 2、医用射线装置应有专人管理，管理人员应严格遵守岗位职责并经辐射安全防护培训，培训合格后方可上岗。
- 3、机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态，迅速进行处理；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。
- 4、各机房防护门前张贴电离辐射警示标志、安装声光报警灯，提醒无关人员不要进入辐射区。
- 5、医用诊断射线装置的使用必须按照相应的操作技术规范使用。发生误照射事件后，要及时对工作人员进行辐射剂量检测，并做常规化验检查，如有超剂量照射或血象异常时，应通知其本人暂时脱离射线工作岗位，需要治疗的应及时就医。
- 6、医用诊断射线装置设备出现故障导致射线剂量过高或过低时，应及时停止使用，并由及时检查设备。
- 7、对医用诊断射线装置实行保修制度，对出现故障的医用射线装置及时进行维修，确保生产安全。
- 8、医用诊断射线装置的电源使用专线供电，并配置专用的安全电源开关，确保安全用电。
- 9、实行事故上报制度，对用电或医用诊断射线装置故障要及时上报事故应急处理领导小组，从事故发生到上报时间不超过 24 小时，一旦发生意外照射事故，即可通知主管领导，并在 2 小时内上报卫生和环保监管部门。

舞阳县人民医院

2020 年 3 月

医用电子直线加速器的操作规程

医用电子直线加速器是大型医用治疗设备，不适当的操作可能造成对设备或人员的伤害，要求操作人员及维修人员应熟练掌握操作手册并严格按照操作规程进行操作。

1、开机前清洁操作台面，观察机房温度（15-30度）和湿度（35%-70%），若不合适，应打开空调，待其合适时方可开机并记录数据。

2、每天早晨 7:30 分开机，开机顺序为：先合上墙闸，后依次打开微机上电钥匙及低压上电钥匙，键入启动命令启动低压；设备预热 20 分钟后方可开启高压。操作人员在设备预热期间和非治疗病人期间请勿开启高压钥匙，维修人员在维修非试机情况下应关闭高压并拔掉操作台上所有的钥匙。

3、操作人员在开机和治疗病人期间，应密切观察操作面板、显示器的各种参数，监视机房内情况。发现异常情况时应马上通知维修人员，必要时紧急停机并记录下故障情况及处理经过。

4、治疗计划执行过程中，严禁一切非病员在直线加速器房间、门旁逗留，否则，一切后果自负。

5、在做各种治疗时，应以病人为本，严防差错事故发生。待所有治疗结束后，逆开机顺序关机。

舞阳县人民医院

2020 年 3 月

DSA 操作规程

1. DSA 设备操作者必须熟悉设备的主要部件与操作程序，非介入科室人员不得随意上机操作。

2. 开机前观察：开机前仔细观察检测设备室、检查室及操作室的温度；要求温度低于 22 摄氏度，湿度低于 60%；适度高于 80%时禁止开机。

3. 开机：启动电源配电柜接通电源，开启主机，使机器进入检查准备状态。

4. 检查前向病人解释检查注意事项，按手术部位要求选定相应的病人体位。

5. 正确输入病人资料，按检查部位及诊断、治疗要求选定正确的机位和 DSA 程序。

6. 设备操作人员（包括手术者及操作技术人员）相互协作，及时高质量地完成检查治疗图像采集工作。

7. 关机：按 DSA 主机操作系统上的关机程序进行关机，完成关机程序后切断电源总开关以保证安全。

8. 定时做机器清洁保养工作，随时注意房间内温度及湿度变化，保持室内凉爽、干燥。

9. 发现设备故障，及时汇报。

舞阳县人民医院

2020 年 3 月

辐射事故应急处理预案

一、总则

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《放射诊疗管理规定》（以下简称《规定》）的要求，为使本单位一旦发生放射诊疗事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员及公众及环境的安全，制定本应急预案。

二、放射事件应急处理机构与职责

（一）本单位成立放射事件应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组 长：刘晋山

副组长：李明春

成 员：闫小侠、谌龙、朱卫亚、庞晨光

应急联系电话：0395-7127118

（二）应急处理领导小组职责：

- 1、定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至院办并落实整改措施；
- 2、发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
- 3、事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；

4、负责向生态环境主管部门及时报告事故情况；

5、负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

6、放射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

7、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

三、放射性事故应急救援应遵循的原则：

（一）迅速报告原则；

（二）主动抢救原则；

（三）生命第一的原则；

（四）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；

（五）保护现场，收集证据的原则。

四、应急预案的启动：

当发生人为失误或射线装置故障等原因导致人员受到超过年剂量限值的照射时，当事人应立即报告科室负责人，科室负责人接报后应立即报告放射事件应急领导小组组长，由组长决定是否启动应急预案并通知相关人员参与应急处置。

五、放射事件应急响应处置：

1. 当射线装置发生人员超剂量照射时，应立即切断电源，封锁事故现场，禁止无关人员进入检查室，通知设备生产厂家，并立即报告环保及卫生行政主管部门。

2. 立即转移受照射人员，送至救治辐射损伤定点医院，进行检查和治疗。

3. 配合行政部门调查处理。

4. 及时查明原因，对设备故障进行检修。

六、放射事件应急预案的解除：

1. 当发生辐射事故的射线装置修复后，必须经有资质的技术服务机构进行设备状态及机房防护检测合格并报有关部门批准方可解除应急预案。

2. 及时收集辐射事故有关资料，认真分析事件原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并对有关责任人作出处理。

舞阳县人民医院

2020年3月

附件 6：检测报告



郑州新知力科技有限公司

检测报告

报告编号： XZL20200507-01
项目名称： 舞阳县人民医院射线装置应用项目
辐射环境本底检测
委托单位： 舞阳县人民医院
检测类别： 委托检测



编制： 葛轩
审核： 王桂英
批准： 刘松云
签发日期： 2020.8.6

地址：郑州市金水区优胜北路1号芯互联大厦12层1202室
电话：0371-69111196 网址：<http://www.xinzhilikeji.com>



检测报告说明

1. 检测报告未加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”、章及骑缝章无效。
2. 检测报告不得局部复制，复制检测报告未重新加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”无效。
3. 检测报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
4. 检测报告涂改无效，本检测报告编号具有唯一性，报告编号后带有Gn（n为数字）的报告为替换报告，自发出后原报告即刻作废。
5. 委托检测由委托单位送样时，检测报告仅对来样负责；对不可复现的检测项目，检测报告仅对采样（或检测）当时所代表的时间和空间负责。
6. 对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向检测单位提出申诉，逾期恕不受理。

(一) 检测信息汇总表

检测 基本 信息	项目名称	舞阳县人民医院射线装置应用项目辐射环境本底检测		
	委托单位	舞阳县人民医院		
	委托单位地址	漯河市舞阳县东大街 134 号		
	受检单位	舞阳县人民医院		
	检测地址	院内西北侧		
	检测内容	辐射环境本底检测	检测参数	空气吸收剂量率
	委托日期	2020 年 03 月 28 日	检测人员	曹轩、王鹏羽
	检测日期	2020 年 05 月 07 日		
	检测环境条件	天气：阴、气温：17.8℃、相对湿度：58.6%		
检测 仪器 信息	仪器名称	便携式辐射检测仪		
	仪器型号	AT1123		
	仪器编号	XZL-FS-004		
	量程范围	辐射剂量率：50nSv/h-10Sv/h		
	准确度	相对误差 $\leq\pm 15\%$		
	检定单位	河南省计量科学研究院		
	检定有效期	2021 年 03 月 10 日		
	检定证书编号	医字 20200305-0097		

<p>检测依据</p>	<p>1.《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001； 2.《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-93。</p>
<p>质量控制措施</p>	<p>1.检测及分析均严格按照国家检测技术规范要求执行； 2.检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法； 3.检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内； 4.检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档； 5.检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。</p>
<p>项目概述：</p> <p>受舞阳县人民医院委托，郑州新知力科技有限公司于 2020 年 05 月 07 日对该医院改造加速器机房、拟建介入治疗中心机房周围环境的空气吸收剂量率进行了现场检测。</p>	

(二) 检测点位示意图及检测结果

1. 改造直线加速器机房

(1) 检测点位示意图

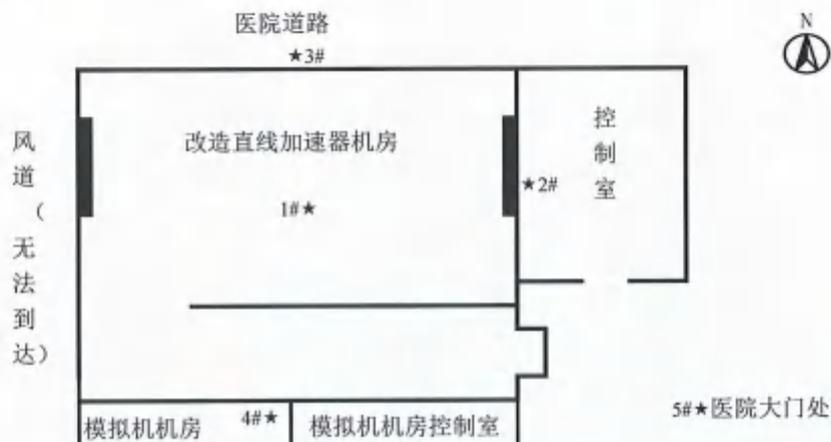


图 1 改造直线加速器机房检测点位示意图

(2) 检测点位说明

各检测点位均设置为距地面高 100cm 处。

(3) 检测结果

序号	点位编号	点位描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)
1	1#	改造直线加速器机房中心处	74
2	2#	改造直线加速器机房东侧	74
3	3#	改造直线加速器机房北侧	76
4	4#	改造直线加速器机房南侧	74
5	5#	医院大门处	68
以下无数据			
注：①改造直线加速器机房地面为瓷砖； ②数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 37nGy/h。			

2. 拟建介入治疗中心机房

(1) 检测点位示意图

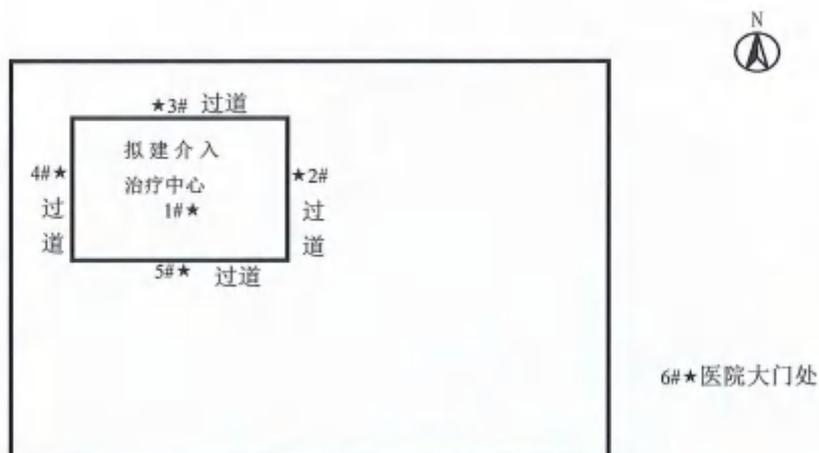


图 2 拟建介入治疗中心检测点位示意图

(2) 检测点位说明

各检测点位均设置为距地面高 100cm 处。

(3) 检测结果

序号	点位编号	点位描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)
1	1#	拟建介入治疗中心中心处	70
2	2#	拟建介入治疗中心东侧	71
3	3#	拟建介入治疗中心北侧	71
4	4#	拟建介入治疗中心西侧	72
5	5#	拟建介入治疗中心南侧	70
6	6#	医院大门处	68

以下无数据

注：①拟建介入治疗中心地面为混凝土；
②数据已扣除宇宙射线响应值，宇宙射线响应值为 37nGy/h。

(三) 结果分析及结论

经检测，舞阳县人民医院改造直线加速器机房周围环境的空气吸收剂量率范围为74nGy/h~76nGy/h，拟建介入治疗中心周围环境的空气吸收剂量率范围为70nGy/h~72nGy/h。

以下空白



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 171612050399

名称: 郑州新知力科技有限公司

地址: 郑州市金水区优胜北路1号芯互联大厦12层1202室

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



171612050399
有效期至2023年7月17日

发证日期: 2017年7月18日

有效期至: 2023年7月17日

发证机关: 河南省质量技术监督局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。



河南省计量科学研究院

检定证书



证书编号: 医字 20200305-0097

送 检 单 位	郑州新知力科技有限公司
计 量 器 具 名 称	便携式辐射检测仪
型 号 / 规 格	AT1123
出 厂 编 号	54394
制 造 单 位	ATOMTEX
检 定 依 据	JJG 393-2018
检 定 结 论	合格

河南省计量科
证书报告骑缝

(检定专用章)

批准人 龙成祥
 核验员 高颖
 检定员 王双玲

检 定 日 期 2020 年 03 月 11 日
 有 效 期 至 2021 年 03 月 10 日



计量检定机构授权证书号: (国)法计(2017)01031 号 电话: 0373-7226888
 地址: 河南省新乡市平原新区秦岭路1号 邮编: 453500
 电子邮件: hn65773888@163.com 网址: www.hnjly.com.cn

河南省计量科学研究院



证书编号: 医字 20200305-0097

我院系法定计量检定机构 计量授权机构: 国家市场监督管理总局 计量授权证书号: (国)法计(2017)01031号				
检定地点及其环境条件: 地点: 平原新区产业计量园医学楼防护实验室 温度: 16.5℃ 相对湿度: 43.3% 其他: 101.3kPa				
检定所使用的计量标准:				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源机构	证书编号/有效期至
X、γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	$(1 \times 10^{-8} \sim 1) \text{ Gy/h}$	$U_{95}=5.0\% (k=2)$	中国计量科学研究院	[2019]国最标综证字第151号/2023-12-09 BYJ12019-3789、3709、4322/2020-05-09
防护水平剂量仪	$(10^{-8} \sim 10^{-1}) \text{ Gy/h}$	$U_{95}=5.0\% k=2$		



检定结果

一、测量方法

- 1、该仪器在 γ 射线及 X 射线辐射场中采用替代法进行检测；
- 2、仪器充分预热，源几何中心与探测器中心在同一轴线。

二、测量结果如下

1、剂量响应校准因子

辐射场	约定值 ($\mu\text{Sv/h}$)	校准因子
Cs-137	8.47	0.981
Cs-137	48.52	1.078
Cs-137	323.8	1.045

2、能量响应校准因子

辐射场	约定值 ($\mu\text{Sv/h}$)	校准因子
80kV/65keV	424.19	1.060
100kV/83 keV	404.77	1.124
120kV/100 keV	367.13	1.049
200kV/164 keV	348.36	1.056

研究院
印章(2)

3、其它参数

测量模式	测量参数	测量结果
剂量当量率测量值法	相对固有误差	1.9%
	测量重复性	2.3%
	能量响应	-7.1%

三、校准因子使用方法

$$X_0 = X_i \times N_c$$

式中：

- X_0 -----实际值
- X_i -----仪器示值
- N_c -----校准因子

声明：

1. 我院仅对加盖“河南省计量科学研究院检定专用章”的完整证书原件负责。
2. 本证书的检定结果仅对本次所检定计量器具有效。

附件 7: 辐射安全培训证书

	<h3>合格证书</h3> <p>庞晨光 同志于 2016 年 11 月 27 日至 2016 年 11 月 29 日在郑州参加初级辐射安全与防护培训班学习, 通过规定的课程考试, 成绩合格, 特发此证。</p> <p>河南省环境保护厅培训机构 郑州大学(章) 2016 年 11 月 29 日</p>
身份证号 <u>411121197410180013</u>	编号 <u>ZZUC201615114</u>
姓 名 <u>庞晨光</u> 性 别 <u>男</u>	
出生年月 <u>1974.10</u> 文化程度 <u>本科</u>	
工作单位 <u>舞阳县人民医院</u>	
从事辐射 工作类别 <u>放射治疗</u>	

 (印章)	<h3>合格证书</h3> <p>齐永乐 同志于 2016 年 12 月 25 日至 2016 年 12 月 27 日在郑州参加初级辐射安全与防护培训班学习, 通过规定的课程考试, 成绩合格, 特发此证。</p> <p>河南省环境保护厅培训机构 郑州大学(章) 2016 年 12 月 27 日</p>
身份证号 <u>411121198602104538</u>	编号 <u>ZZUC201618095</u>
姓 名 <u>齐永乐</u> 性 别 <u>男</u>	
出生年月 <u>1986.02</u> 文化程度 <u>本科</u>	
工作单位 <u>舞阳县人民医院</u>	
从事辐射 工作类别 <u>放射诊断</u>	



(印章)

合格证书

万敏同志于2018年11月24日至2018年11月26日在郑州参加初级辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。

身份证号 411121197908070049

姓名 万敏 性别 女

出生年月 1979.08 文化程度 大专

工作单位 舞阳县人民医院

从事辐射

工作类别 其他

河南省环境保护厅培训机构
郑州大学(章)
2018年11月26日

编号 ZZUC201818081



(印章)

合格证书

王艳华同志于2016年11月20日至2016年11月22日在郑州参加初级辐射安全与防护培训班学习，通过规定的课程考试，成绩合格，特发此证。

身份证号 411102198106225665

姓名 王艳华 性别 女

出生年月 1981.06 文化程度 本科

工作单位 舞阳县人民医院

从事辐射

工作类别 其他

河南省环境保护厅培训机构
郑州大学(章)
2016年11月22日

编号 ZZUC201614127



(印章)

身份证号 411121198104115517

姓名 薛俊芳 性别 男

出生年月 1981.04 文化程度 本科

工作单位 舞阳县人民医院

从事辐射

工作类别 放射治疗

合格证书

薛俊芳 同志于 2016年12月25日 至 2016年12月27日 在郑州 参加初级辐射安全与防护培
训班 学习，通过规定的课程考
试，成绩合格，特发此证。

河南省环境保护厅培训机构

郑州大学(章)

2016年12月27日

编号 ZZUC201618096

附件 8：年度检测报告（2019 年直线加速器部分）



郑州新知力科技有限公司

检测报告

报告编号： XZL20191025-02
项目名称： 舞阳县人民医院射线装置辐射环境检测
委托单位： 舞阳县人民医院
检测类别： 委托检测



编制： 王 明 涛
审核： 鲁 伟 明
批准： 刘 龙 云
签发日期： 2020.1.6

地址：郑州市金水区优胜北路 1 号芯互联大厦 12 层 1202 室
电话：0371-69111196

邮编：450000
邮箱：jiance@zztek.cn

检测报告说明

- 1.检测报告未加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”、章及骑缝章无效。
- 2.检测报告不得局部复制，复制检测报告未重新加盖“郑州新知力科技有限公司检验检测专用章”无效。
- 3.检测报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
- 4.检测报告涂改无效，本检测报告编号具有唯一性，报告编号后带有 Gn（n 为数字）的报告为替换报告，自发出后原报告即刻作废。
- 5.委托检测由委托单位送样时，检测报告仅对来样负责；对不可复现的检测项目，检测报告仅对采样（或检测）当时所代表的时间和空间负责。
- 6.对检测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向检测单位提出申诉，逾期恕不受理。

(一) 检测信息汇总表

检测 基本 信息	项目名称	舞阳县人民医院射线装置辐射环境检测		
	委托单位	舞阳县人民医院		
	委托单位地址	漯河市舞阳县东大街 134 号		
	受检单位	舞阳县人民医院		
	检测地址	医技楼、1 号楼、3 号楼、5 号楼、6 号楼		
	检测内容	9 台射线装置	检测参数	X-γ辐射剂量率
	委托日期	2019 年 10 月 21 日	检测人员	王鹏羽、祁志敏
	检测日期	2019 年 10 月 25 日		
	检测环境条件	天气：多云、气温：20.2℃、相对湿度：37.6%		
检测 仪器 信息	仪器名称	便携式辐射检测仪		
	仪器型号	AT1123		
	仪器编号	XZL-FS-004		
	量程范围	辐射剂量率：50nSv/h-10Sv/h		
	准确度	相对误差≤±15%		
	检定单位	中国计量科学研究院		
	检定有效期	2020 年 03 月 31 日		
	检定证书编号	DYjl2019-1671		

<p>检测依据</p>	<p>1.《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001; 2.《环境地表γ辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-93; 3.《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》 GBZ/T 201.2-2011。</p>
<p>质量控制措施</p>	<p>1.检测及分析均严格按照国家检测技术规范要求执行; 2.检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法; 3.检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内; 4.检测仪器符合国家有关标准和技术要求,检测前后进行仪器状态检查并记录存档; 5.检测人员经培训合格并持证上岗,检测报告严格实行三级审核制度。</p>
<p>项目概述:</p> <p>受舞阳县人民医院委托,郑州新知力科技有限公司于2019年10月25日对舞阳县人民医院9台射线装置(1台数字胃肠机、1台DR、2台CT、1台口腔全景机、1台DSA、1台模拟定位机、1台直线加速器、1台乳腺钼靶机)机房周围环境的X-γ辐射剂量率进行了现场检测。</p>	

5.直线加速器 (XHA600) 机房

(1) 检测点位示意图

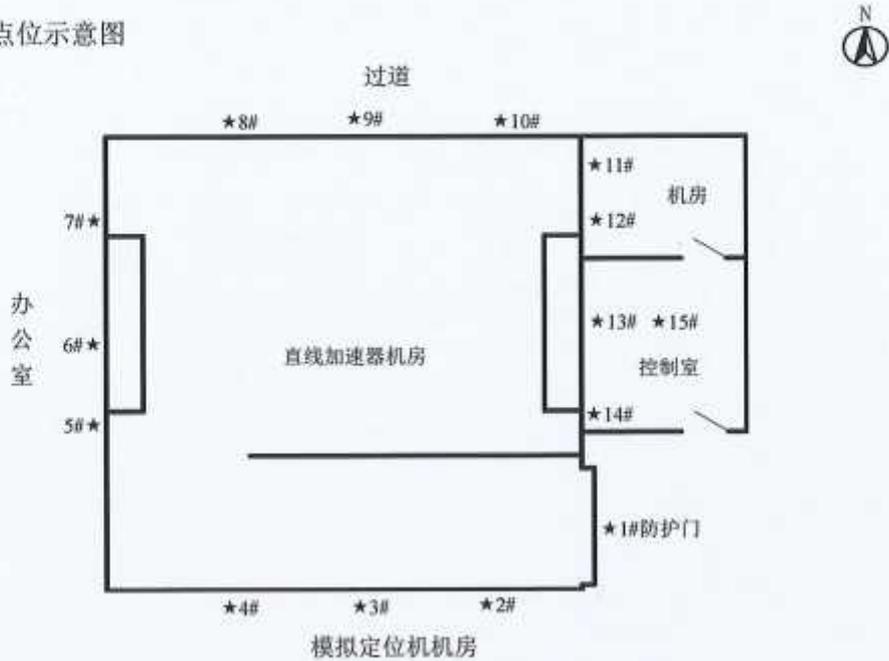


图 5.1 直线加速器机房及周围区域检测点位示意图

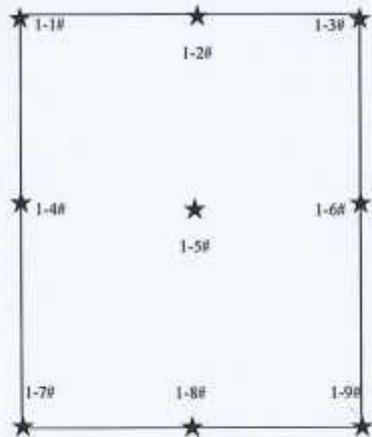


图 5.2 机房防护门检测点位示意图

(2) 检测点位说明

- ①机房四周墙体外表面检测点位均设置为距地板高 100cm、距墙体表面 30cm 处；
- ②医生操作位 (15#) 检测点位设置为距地面高 100cm 处；
- ③机房位于 5 号楼，为一层建筑物，屋顶无法到达。

(3) 检测结果

序号	点位编号	点位描述	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)
1	1-1#	防护门左上外表面 30cm 处	187
2	1-2#	防护门中上外表面 30cm 处	184
3	1-3#	防护门右上外表面 30cm 处	178
4	1-4#	防护门左中外表面 30cm 处	189
5	1-5#	防护门中心外表面 30cm 处	182
6	1-6#	防护门右中外表面 30cm 处	183
7	1-7#	防护门左下外表面 30cm 处	201
8	1-8#	防护门中下外表面 30cm 处	261
9	1-9#	防护门右下外表面 30cm 处	248
10	2#	机房南墙东侧外表面 30cm 处	136
11	3#	机房南墙中间外表面 30cm 处	125
12	4#	机房南墙西侧外表面 30cm 处	137
13	5#	机房西墙南侧 (次屏蔽区) 外表面 30cm 处	157
14	6#	机房西墙中间 (主屏蔽区) 外表面 30cm 处	157
15	7#	机房西墙北侧 (次屏蔽区) 外表面 30cm 处	128
16	8#	机房北墙西侧外表面 30cm 处	138
17	9#	机房北墙中间外表面 30cm 处	139
18	10#	机房北墙东侧外表面 30cm 处	135
19	11#	电缆穿线孔	156
20	12#	机房东墙北侧 (次屏蔽区) 外表面 30cm 处	220
21	13#	机房东墙中间 (主屏蔽区) 外表面 30cm 处	836
22	14#	机房东墙南侧 (次屏蔽区) 外表面 30cm 处	137
23	15#	医生操作位	501

以下无数据

注：①本直线加速器最大 X 射线能量为 6MV，额定剂量率为 400cGy/min，最大照射野为 40cm×40cm；

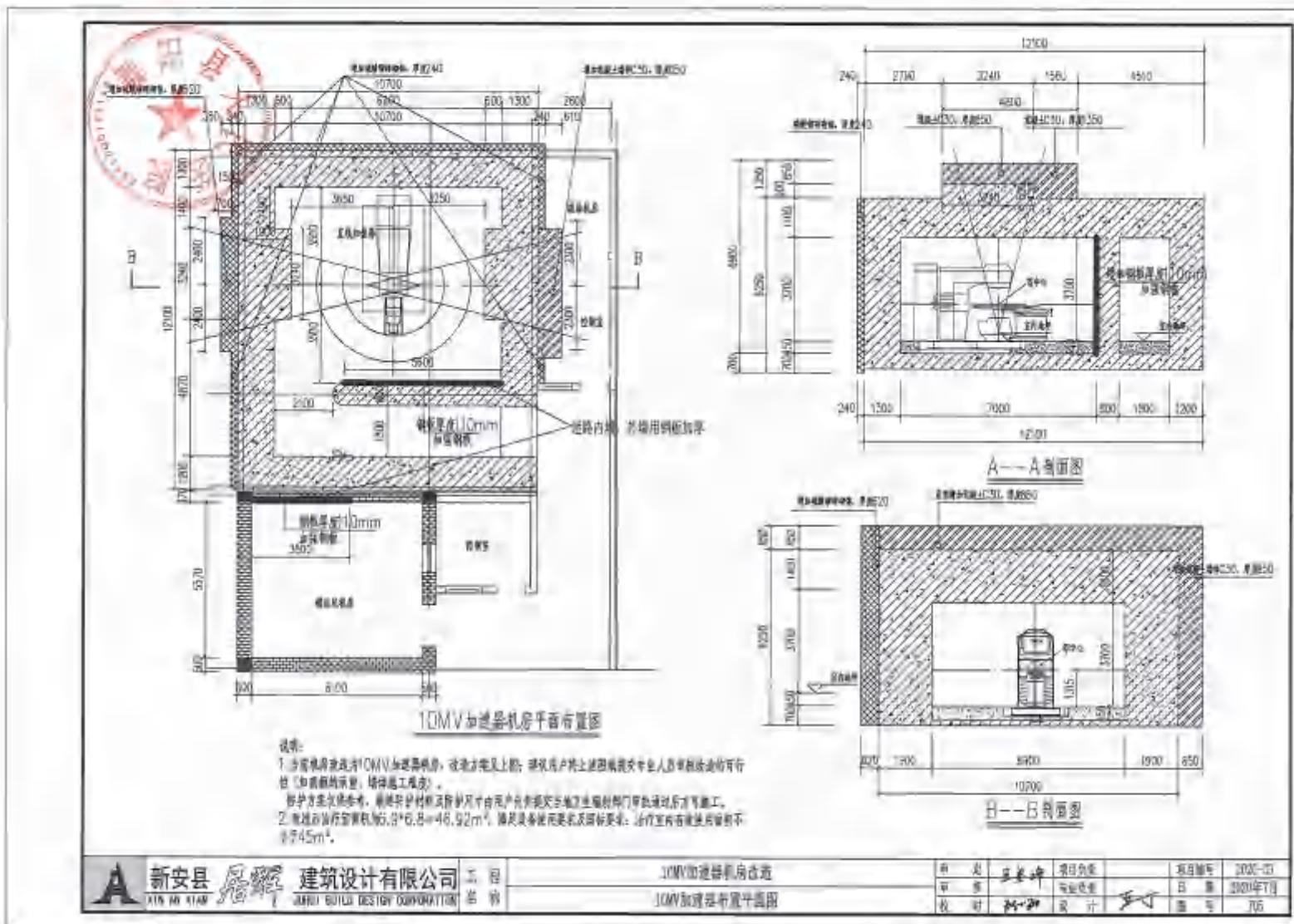
②检测时，设置工况为：X 射线能量 6MV、等中心处剂量率 229cGy/min、照射野 40cm×40cm；

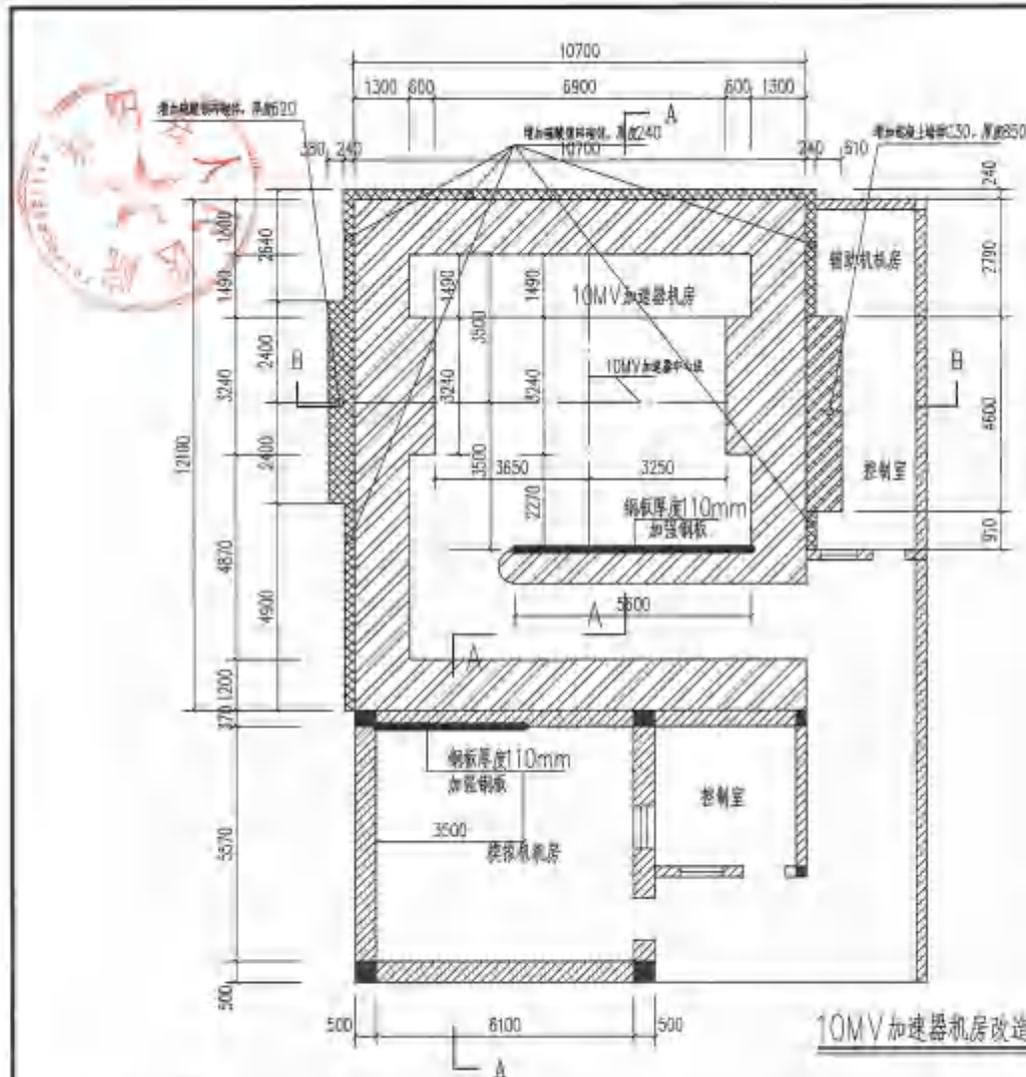
③检测东墙、西墙主屏蔽区时，有用束中心轴垂直于检测区表面照射；检测东墙、西墙次屏蔽区时，

有用束中心轴垂直于检测区表面照射，并在等中心处放置标准水箱；检测北墙侧墙区时，有用束中心轴
竖直向下照射，等中心处放置标准水箱；检测南墙（迷路外墙）、机房防护门时，有用束中心轴垂直于
西墙水平照射，等中心处放置标准水箱；

④检测数据均未扣除宇宙射线响应值。

附件 9：施工图纸、目标管理值



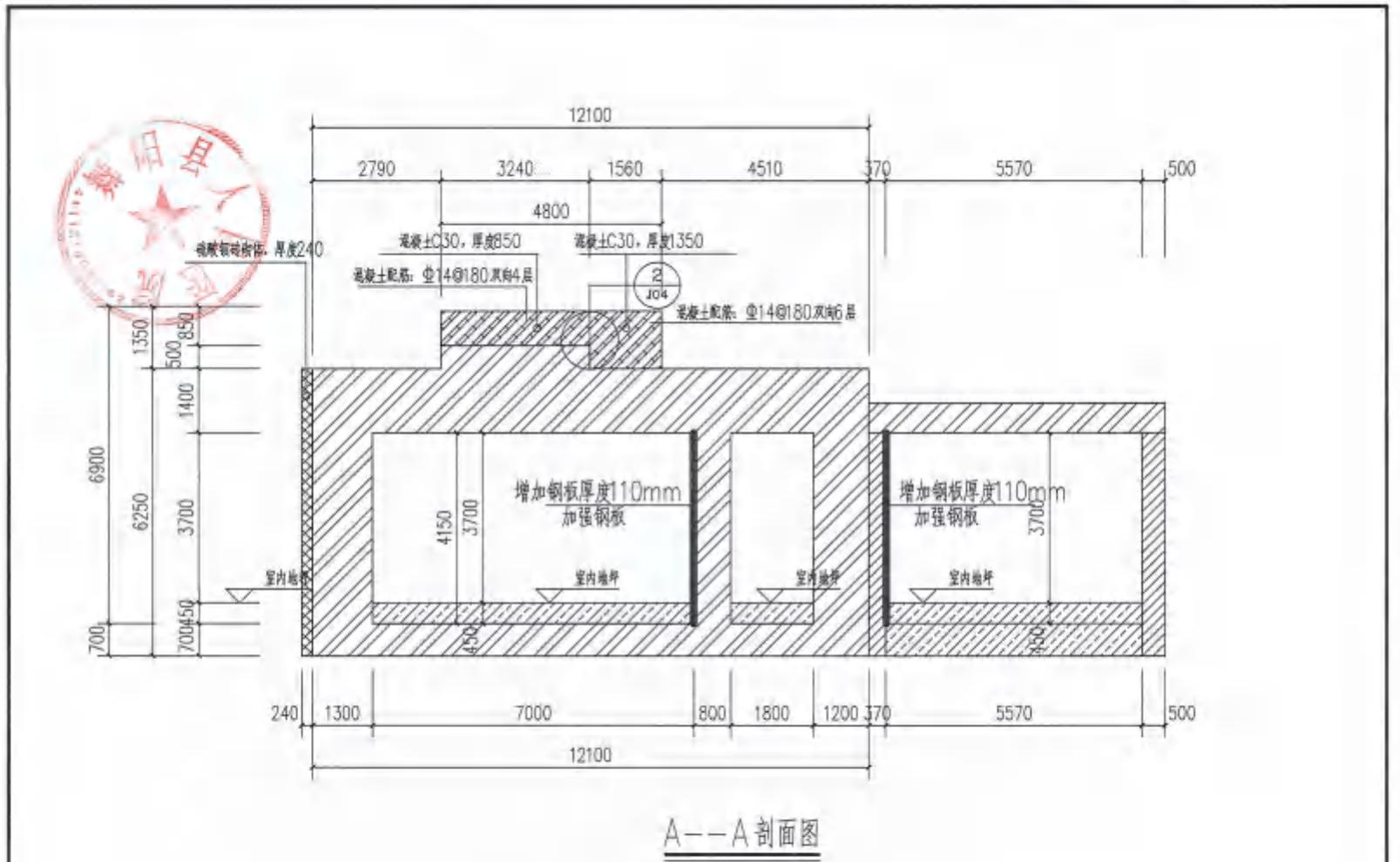


改造说明:

- 一、增加硫酸钡砌体
 - 1、增加硫酸钡砌体做法: ①硫酸钡砌块 240X115X53; ②砌筑砂浆1:4水泥硫酸钡砂浆; ③墙体设置钢筋网片 $\Phi 4 @ 200$, 网片间距1.0米。
 - 2、墙面采用1:2水泥砂浆抹面。
 - 3、墙体底部与基础连接处, 基础如果是斜面应改为水平面。
 - 4、增加硫酸钡砌体与原砌体连接采用植筋连接, 植筋为 $\Phi 16$, 间距500mm; 植筋植入原混凝土墙体不小于250mm, 植筋角度45°; 植筋植入新增墙体长度为【新增墙体厚度】的70%。
- 二、增加混凝土墙体为配筋墙体, 混凝土C30; 增加屋顶混凝土屋顶为配筋混凝土, 混凝土C30;
 - 1、增加混凝土墙体与原砌体连接采用植筋连接, 植筋为 $\Phi 20$, 间距500mm; 植筋植入原混凝土墙体不小于250mm, 植筋角度45°; 植筋植入新增墙体长度为【新增墙体厚度】的70%。
- 三、增加钢板厚度11mm, 高度4.15米
 - 1、钢板分为1.0X2.0米小块安装, 钢板与钢板连接处采用45°斜坡口连接。
 - 2、钢板采用M25预埋螺栓与原墙体连接, 预埋螺栓植入砌体长度不小于350mm, 螺栓为45°斜度, 每块钢板【1.0X2.0米】预埋螺栓不小于3行2排【6个螺栓】。

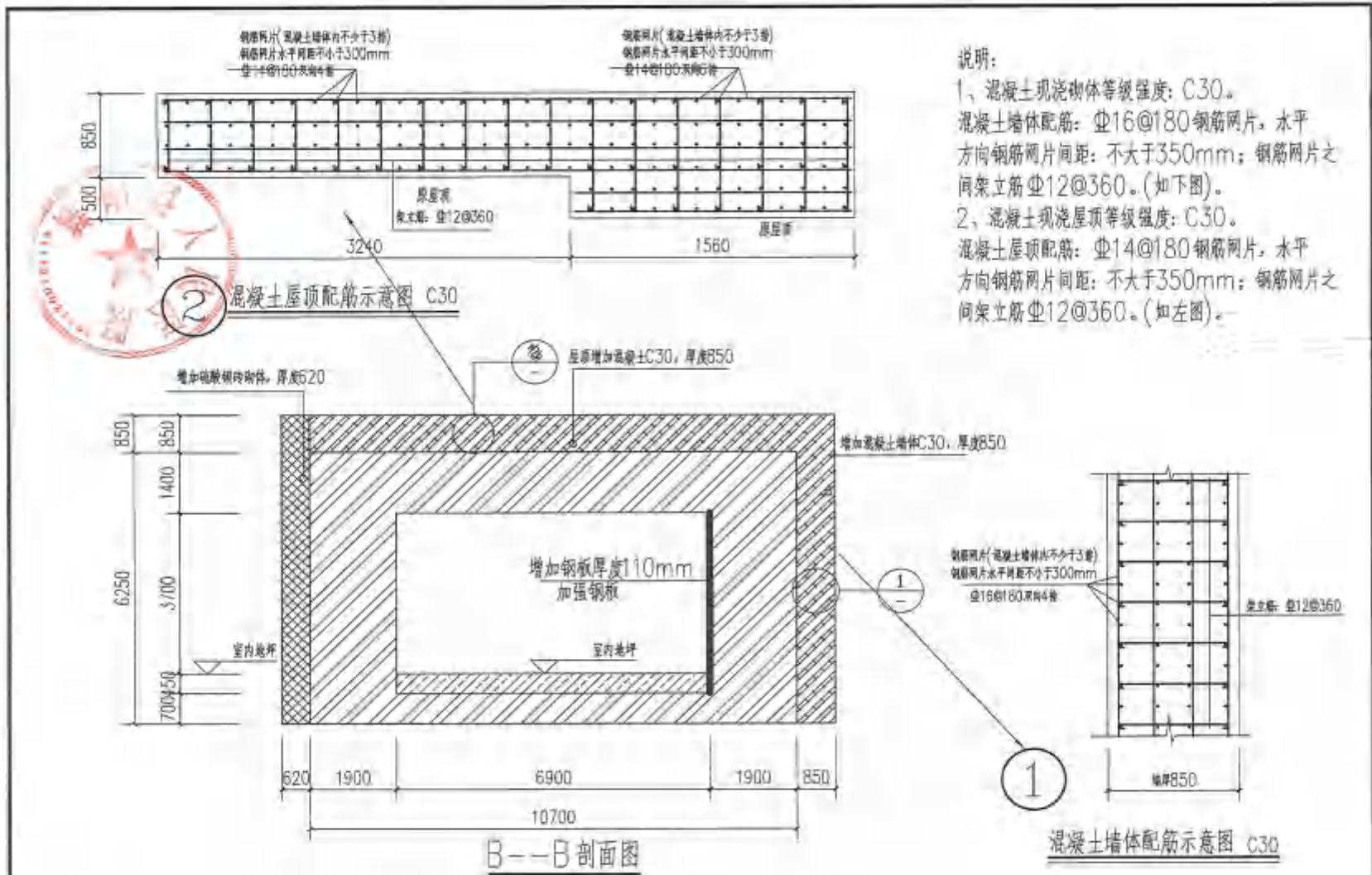
10MV加速器机房改造平面图

 新安县 居源 建筑设计有限公司 XIN AN XIAN JUYUAN BUILD DESIGN CORPORATION	工程名称	10MV加速器机房改造	审定	马志峰	项目负责	项目编号	3020-03
		10MV加速器机房改造平面图	审核	张加	专业负责	日期	2020年7月
			设计	张加	设计	图号	702



A--A剖面图

 新安县 居辉 建筑设计有限公司 XIN AN XIAN JUNHUI BUILD DESIGN CORPORATION	工程名称	10MV加速器机房改造	审定	马基峰	项目负责人	项目编号	2020-33
		放疗室A-A剖面图	审核	张	专业负责	日期	2020年7月
			校对	张	设计	图号	103



说明:

- 1、混凝土现浇物体等级强度: C30。
混凝土墙体配筋: $\Phi 16@180$ 钢筋网片, 水平方向钢筋网片间距: 不大于350mm; 钢筋网片之间架立筋 $\Phi 12@360$ 。(如下图)。
- 2、混凝土现浇屋顶等级强度: C30。
混凝土屋顶配筋: $\Phi 14@180$ 钢筋网片, 水平方向钢筋网片间距: 不大于350mm; 钢筋网片之间架立筋 $\Phi 12@360$ 。(如左图)。

A 新安县 居群 建筑设计有限公司
XIN AN XIAN JU QUN JIAN ZHU SHE JI YOU XIAN GONG SI

工程名称

10MY加速器机房改造
B--B剖面图

审 定	王美峰	项目负责人	项目编号	2020-33
审 核		专业负责	日期	2020年7月
校 对	孙加	设计	图号	J04

管理目标值

项目	管理目标值
直线加速器机房周围剂量当量率	在加速器屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，控制室内周围剂量当量率不大于 $0.5 \mu\text{Sv/h}$
DSA 机房周围剂量当量率	屏蔽体外表面 0.3m 处周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，控制室内周围剂量当量率不大于 $0.5 \mu\text{Sv/h}$
人员剂量约束限值	放射工作人员： 5mSv/a ，公众人员： 0.25mSv/a



建设项目环评审批基础信息表

建设单位(盖章):		绵阳市人民医院		填报人(签字):		张中杰		建设单位联系人(签字):		张中杰			
建 设 项 目	项目名称	绵阳市人民医院放射治疗应用项目				建设内容、规模		①根据医院总体规划,拟将医院供应室位置调整建设介入治疗中心,拟在原介入治疗中心一楼设置2间介入手术室(介入机房1及介入机房2),拟新增2台DSA设置介入机房开展介入治疗工作。 ②拟在放射科有1台医用电子直线加速器(型号:IMB00,标称能量为99kV),对原有医用电子直线加速器机房进行改造,拟新增1台医用电子直线加速器(标称能量为10kV)放置拟行加速器机房进行放疗治疗。					
	项目代码												
	建设地址	绵阳市人民医院介入治疗中心,高道直街副10号											
	项目所属行业	T2.9				计划开工时间	2020年10月						
	环境影响评价行业类别	191、医院利用建设项目				预计投产时间	2021年10月						
	建设性质	新建(建设)				项目所属行业类型	Q831 综合医院						
	现有工程环评许可证编号(次、扩建项目)	/				项目申请类别	新申报项目						
	规划环评开展情况	未开展				规划环评文件名称	/						
	规划环评审批机关	/				规划环评审批文号	/						
	建设地点中心坐标 ¹ (经纬度工程)	经度	113.487388	纬度	33.434271	环境影响评价文件类别							
建设地点坐标(经纬度工程)	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		二期长度(千米)				
总投资(万元)	3000.00				环保投资(万元)	300.00		环保投资比例	10.00%				
建 设 单 位	单位名称	绵阳市人民医院		法人代表	刘青山		评价单位	单位名称	四川省林业勘察设计研究院 (四川省地质信息支撑中心)		证书编号	国环评证甲字第3214号	
	统一社会信用代码(组织机构代码)	1241121418189090Q		技术负责人	董凤超			环评文件项目负责人	张范敏		联系电话	028-86679490	
	通讯地址	绵阳市北园路中段		联系电话	13509494933			通讯地址	四川省成都市成华区学道坝23号				
污 染 物 排 放 量	污染物	原有工程 (已建+在建)		本工程 (拟建+改建+扩建)		总体工程 (已建+在建+拟建+改建+扩建)		排放方式					
		①实际排放量 (吨/年)	②许可排放量 (吨/年)	③预测排放量 (吨/年)	④以新带老 ² 削减量 (吨/年)	⑤区域平衡替代本工程 削减量 ³ (吨/年)	⑥削减替代总量 (吨/年) ⁴					⑦排放量 (吨/年) ⁵	
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	<input type="checkbox"/> 不外排 <input type="checkbox"/> 间接排放: <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理 ⁶ <input type="checkbox"/> 直接排放: <input type="checkbox"/> 受纳水体: _____			
		COD						0.000	0.000				
		氨氮						0.000	0.000				
		总磷						0.000	0.000				
		总氮						0.000	0.000				
	废气	废气量(万标立方米/年)						0.000	0.000	/			
		二氧化硫						0.000	0.000				
		氮氧化物						0.000	0.000				
颗粒物							0.000	0.000					
挥发性有机物							0.000	0.000					
项目涉及保护区 与风景名胜区的 情况	影响及主要措施	名称		类别	主要保护对象 (级别)	工程影响情况	是否占用	占用面积 (公顷)	生态保护措施				
	自然保护区								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 搬迁(多选)				
	饮用水水源保护区(地表)				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 搬迁(多选)				
	饮用水水源保护区(地下)				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 搬迁(多选)				
风景名胜区				/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 搬迁(多选)					

注: 1. 国环评证甲字第3214号—项目代码
 2. 分类减量: 按环评行业分类(Q831 4714-2017)
 3. 对多点项目按等效主体工程中心坐标
 4. 拟设项目所在区域通过“区域平衡”与本工程替代削减量
 5. ①=②-③-④; ⑥=②-③+⑤; ⑦⑧=⑥*④; ⑨=⑦-⑧+⑥