

西安交通大学医学院第一附属医院
新增射线装置核技术利用建设项目
环境影响报告表

建设单位：	西安交通大学医学院第一附属医院
评价单位：	中圣环境科技发展有限公司

二〇二一年四月

目 录

一、项目基本情况.....	1
二、放射源.....	14
三、非密封放射性物质.....	14
四、射线装置.....	15
五、废弃物（重点是放射性废弃物）.....	16
六、评价依据.....	17
七、保护目标与评价标准.....	19
八、环境质量和辐射现状.....	25
九、项目工程分析与源项.....	26
十、辐射安全与防护.....	29
十一、环境影响分析.....	33
十二、辐射安全管理.....	47
十三、结论与建议.....	52

图件列表

- 图1-1 西安交通大学医学院第一附属医院地理位置图；
- 图1-2 西安交通大学医学院第一附属医院平面图；
- 图1-3 西安交通大学医学院第一附属医院四邻关系图；
- 图1-4 改造后二层平面布局图；
- 图1-5 改造前二层平面布局图；
- 图1-6 一层平面布局图；
- 图1-7 三层平面布局图
- 图7-1 西安交通大学医学院第一附属医院射线装置环境影响评价范围
- 图 9-1 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图
- 图 10-1 项目分区图 1
- 图 10-2 项目分区图 2
- 图 10-3 项目分区图 3

附件列表

- 附件 1 西安交通大学医学院第一附属医院《环境影响评价委托书》；
- 附件 2 晶石屏蔽板合格证
- 附件 3 晶石屏蔽板检测报告
- 附件 4 西安交通大学医学院第一附属医院 2019 年例行年度监测报告；
- 附件 5 西安交通大学医学院第一附属医院 DSA 工作参数说明
- 附件 6 西安市第三医院 DSA 监测报告

一、项目基本情况

建设项目名称	西安交通大学医学院第一附属医院新增射线装置核技术利用建设项目				
建设单位	西安交通大学医学院第一附属医院				
法人代表	施秉银	联系人	潘勇峰	联系电话	13379066858
注册地址	西安市雁塔区雁塔西路 277 号				
项目建设地点	西安市雁塔区雁塔西路 277 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资	900	项目环保投资	50.1	投资比例（环保投资/总投资）	5.57%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	854.85
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

项目概述

1.项目背景

西安交通大学医学院第一附属医院为提高放射诊疗水平，拟对医院现有医学影像中心楼二层整体进行改造，现有二层包括一台 DSA 和一台 ERCP。二层改造完成后，设置 3 个 DSA 机房及一个 ERCP 机房，3 个 DSA 机房新增 3 台 DSA，ERCP 为医院二层原有设备，二层现有 DSA 报废淘汰，ERCP 另行履行有关环保手续，本次只对改造后的 3 台 DSA 机房进行评价。

2. 企业简介

西安交通大学医学院第一附属医院位于雁塔西路 277 号（地理位置见图 1-1），是国家大型综合性三级甲等医院，是全国首批暨陕西省首家“三级甲等医院”、全国首批“百佳医院”，自 1956 年建院以来，坚持以精湛的医疗技术、严谨的治学态度、求实的科研作风和优秀的服务品质开展医疗、教学和科研工作，各项事业不断发展。医院学科设置

齐全，泌尿外科（含肾移植科）为教育部国家重点学科；皮肤科为教育部国家重点培育学科；14个学科为国家临床重点建设专科；中医老年内科为中医药管理局“十二五”重点培育专科；省级重点学科5个；省级优势学科7个；陕西省医疗质量控制中心11个；国家药物临床试验机构专业28个。

医院为临床医学一级学科硕士点、博士点，临床医学一级学科博士后流动站，现有博士生导师97名，硕士生导师283名，具有水平较高的专职研究队伍和条件较好的科研平台。医院平面布局见图1-2，医院四邻关系图见图1-3。



图 1-1 西安交通大学医学院第一附属医院地理位置

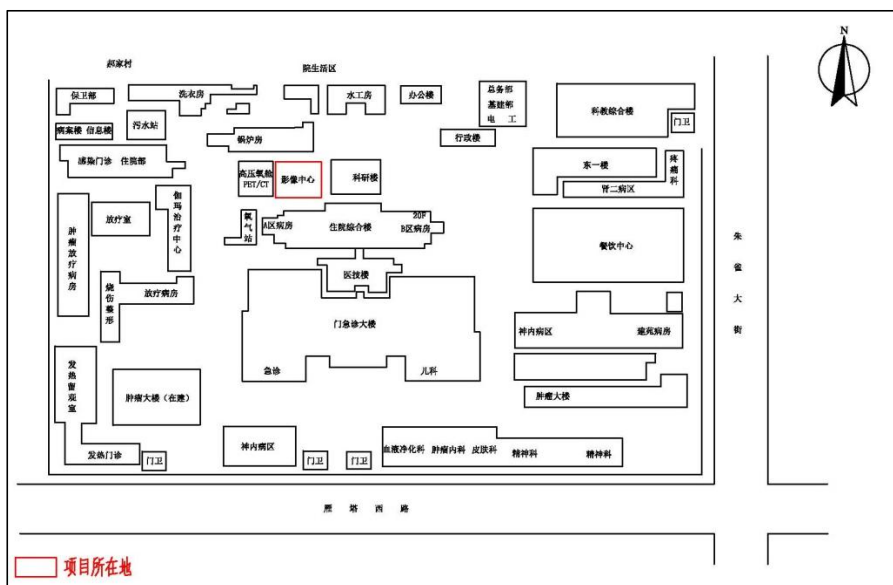


图 1-2 西安交通大学医学院第一附属医院平面图

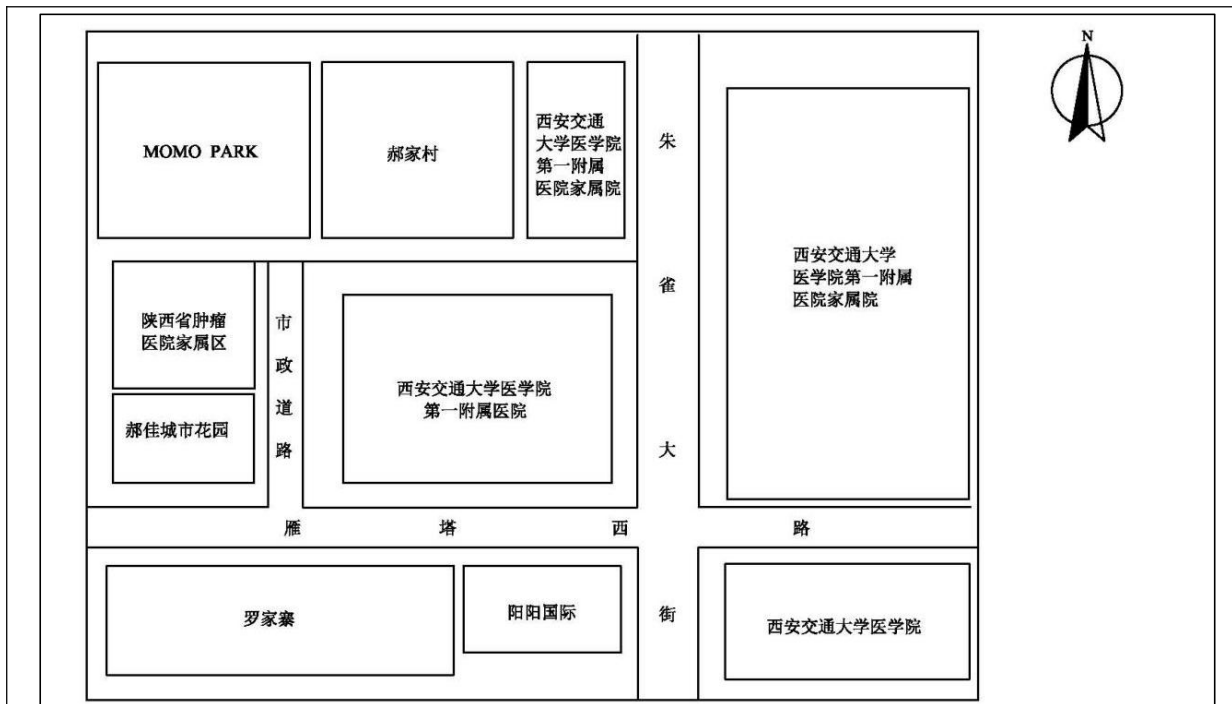


图 1-3 西安交通大学医学院第一附属医院四邻关系图

3.项目由来

西安交通大学医学院第一附属医院对现有影像中心楼二层进行改造,设置 3 个 DSA 机房,并在二层新增 3 台 DSA,根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号关于发布《射线装置分类》的公告及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定要求,本项目新增的数字减影血管造影系统为 II 类射线装置,根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部部令第 1 号)和《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》(中华人民共和国环境保护部令第 3 号)规定要求,本次改扩建的核技术利用项目应编制环境影响报告表。

西安交通大学医学院第一附属医院于 2019 年 7 月委托中圣环境科技发展有限公司对医院使用的医用 X 射线装置进行环境影响评价。接受委托后,公司组织专业技术人员对项目建设地进行了踏勘,并收集了相关基础资料。在污染因素分析、环境现状调查、环境影响预测等主要工作的基础上,按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)的基本要求,2020 年 10 月编制完成了《西安交通大学医学院第一附属医院新增射线装置核技术利用建设项目环境影响报告表》。

4.项目建设规模

西安交通大学医学院第一附属医院本次新增设备参数见表 1-1,机房防护能力见表

1-2。

表 1-1 本项目设备参数

名称型号	数量(台)	管电压(kV)	输出电流(mA)	设备类型	备注
UNIQ FD20C	1	125	1000	II 类	影像中心楼二层 DSA1 机房
UNIQ FD20/15	1	125	1000	II 类	双 C, 影像中心楼二层 DSA2 机房
		125	1000		
UNIQ FD20C	1	125	1000	II 类	影像中心楼二层 DSA3 机房

表 1-2 本项目射线装置专用机房的防护参数

机房	项目	尺寸(有效使用面积)/防护厚度
DSA 机房 1	机房尺寸	7.2m×6.2m×2.9m, 面积 46.64m ²
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(南)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆, 方钢管+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板封堵窗洞
	防护墙(西)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆
	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护铅板
	地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆
	防护门	3mmPb 当量电动推拉门
	铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框
DSA 机房 2	机房尺寸	9.0m×5.8m×2.98m, 面积 52.2m ²
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(南)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(西)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护铅板
	地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆
	医护人员进出防护门	3mmPb 当量手动平开门
	病人进出防护门	3mmPb 当量电动推拉门
	铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框
DSA 机房 3	机房尺寸	6.75m×6.2m×2.9m, 面积 41.85m ²
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(南)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆, 方钢管+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板封堵窗洞
	防护墙(西)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板
	屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护铅板
	地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆
	医护人员进出防护门	3mmPb 当量手动平开门
	病人进出防护门	3mmPb 当量电动推拉门
铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框	

备注: 铅板密度≥11.3g/cm³; 混凝土密度 2.5g/cm³; 防护涂料比重≥4.1g/cm³; 晶石屏蔽板又名钨

复合防护板，每层板厚 13mm，铅当量 1.05mmpb/每层，接缝处 1mmpb 铅板压缝。晶石屏蔽板合格证见附件 2，检测报告见附件 3

5.工作时长

5.1.工作人员及工作时间

(1) 工作人员

本项目 DSA 共配备 44 名工作人员，其中 31 名医师，10 名护士，3 名技师，均为医院现有工作人员，均参加了辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得培训合格证书。根据医院提供的资料，本项目这 44 名工作人员 2019 年全年年度职业外照射个人剂量为 0.07~1.82mSv；辐射工作人员每两年进行一次健康体检，均未发现疑似放射病。二层改造完成后，这 44 名工作人员只操作本项目这 3 台 DSA。

(2) 工作时间

根据西安交通大学医学院第一附属医院提供资料，本次新增的 3 台 DSA 每台每年 2000 台手术，每台手术一般采集 5min，透视 30min。

6.实践正当性评价

西安交通大学医学院第一附属医院使用数字减影血管造影系统（DSA）能完成心血管、脑血管、主动脉、腹部脏器血管、盆腔血管、四肢血管等全身各部位血管的成像，对于上述各部位的血管性病变、肿瘤性病变等有确诊价值，同时还可完成全身各部位病变的介入治疗；数字减影血管造影系统（DSA）的使用能为医院创造较大的经济效益，并能为病人提供更好的治疗，具有明显的社会效益，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”。

6.项目选址及布局合理性

本项目包括 3 台 DSA，3 台射线装置均位于西安交通大学医学院第一附属医院医学影像中心楼二层，改造后二层平面布置见图 1-4，改造前二层平面布局见图 1-5，一层平面布局见图 1-6，三层平面布局见图 1-7。由平面布局图可知，本项目包括的三间 DSA 机房均位于影像中心楼二层南侧；DSA1 机房位于二层南侧最西边，机房北侧为开放式操作空间，是 DSA 和 ERCP 工作人员操作位，东侧是无菌库和设备间，西侧、南侧临空，楼上为乳腺机、操作间和办公室，楼下为机房和 MR 扫描室；DSA2 机房北侧为洁净走廊，西侧为无菌库和设备间；东侧为操作间，南侧为设备间，楼上为乳腺机及其操作室、技术员办公室、技术员值班室，楼下为操作间及大厅；DSA3 机房北侧为洁净走廊，西侧为操作间，东侧为空调机房 2，南侧临空，楼上为机修办及胃肠床位（已报废），

楼下为 CT 扫描室、操作间及机房。改造后的医学影像科二层主要就是 DSA 机房和 ERCP 机房及其工作配套的附属用房，主要为医院 DSA、ERCP 工作人员和患者。从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在装置运行时，可有效减少受辐射的人群，更有利于科室射线装置管理。西安交通大学医学院第一附属医院拟增的数字减影血管造影系统（DSA），选址和布局基本满足相关标准要求。病人、工作人员工作线路及污物线路见图 1-4。

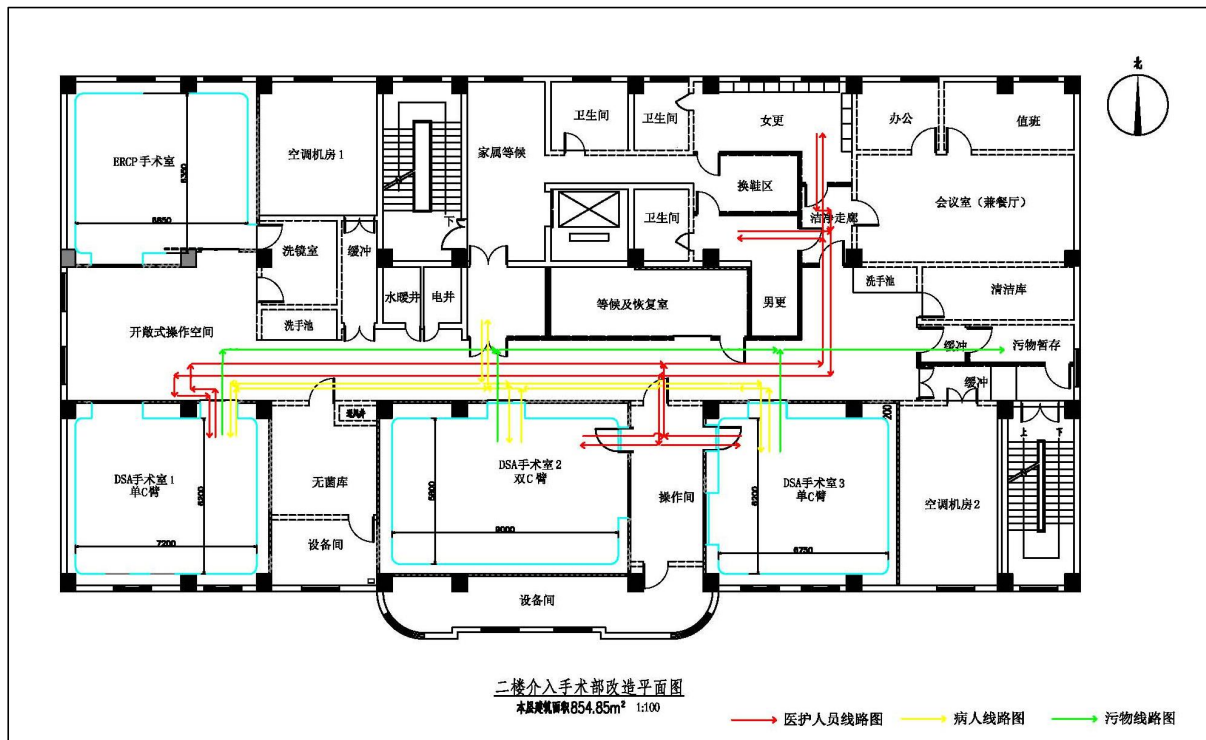


图 1-4 改造后二层平面布局图

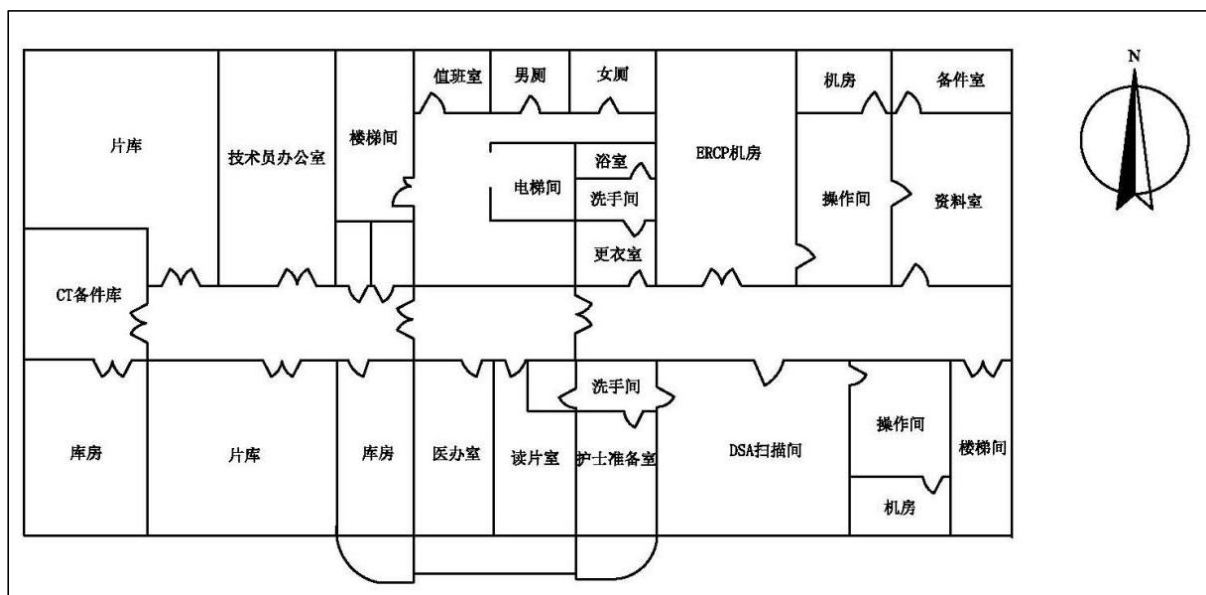


图 1-5 改造前二层平面布局图

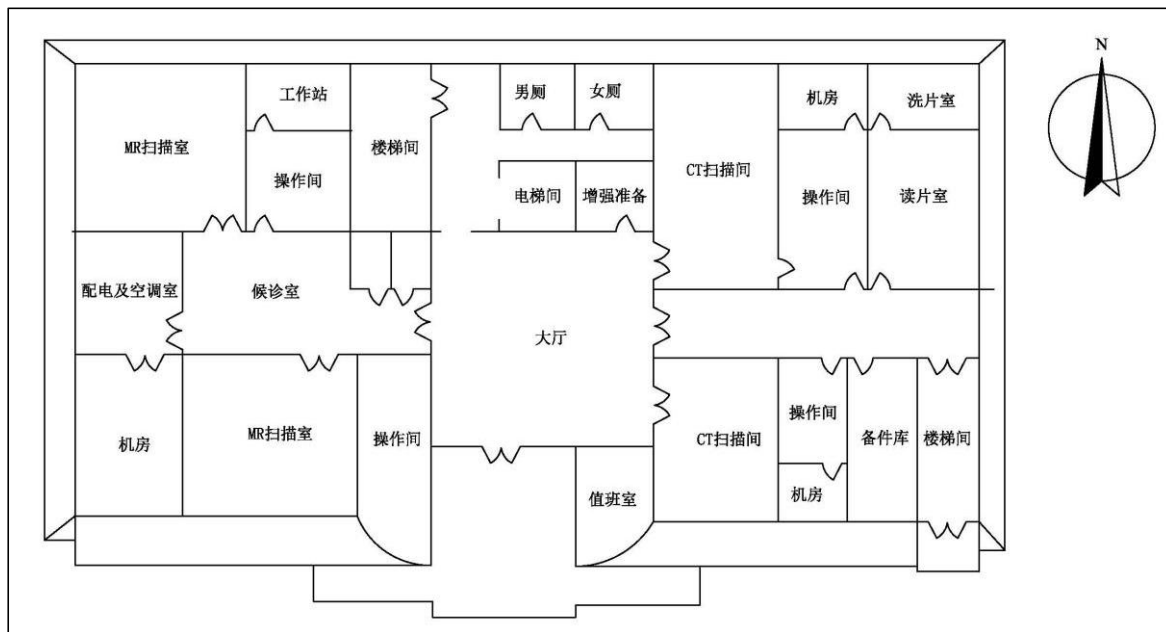


图 1-6 一层平面布局图

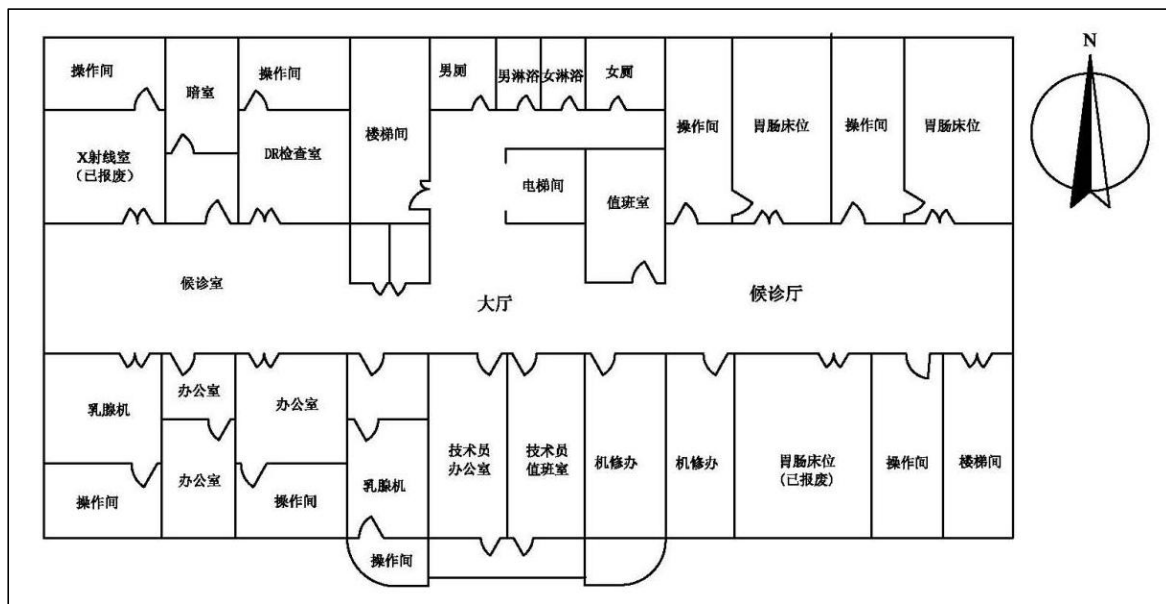


图 1-7 三层平面布局图

7.项目回顾

医院自 2007 年以来，共开展了 12 个核技术利用项目，均履行了环保审批手续。其中，满足条件的 11 个项目已完成了竣工环保验收，见表 1-4 所示。

表 1-4 近几年履行环保审批手续情况一览表

编号	项目名称	环保审批	环保竣工验收
1	西安交通大学医学院第一附属医院核技术应用项目辐射环境影响报告	陕环批复（2007）886 号	陕环批复（2012）414 号

表			
2	西安交通大学医学院第一附属医院 PET-CT 及门诊综合楼 X 射线装置应用项目环境影响报告表	陕环批复 (2012) 572 号	陕环批复 (2016) 525 号
3	西安交通大学医学院第一附属医院 医用射线装置环境影响登记表	市环批复 (2012) 29 号	/
4	西安交通大学医学院第一附属医院 回旋加速器及射线装置核技术应用项目环境影响报告表	陕环批复 (2013) 413 号	陕环批复 (2016) 362 号
5	西安交通大学医学院第一附属医院 医用直线加速器核技术应用项目环境影响报告表	陕环批复 (2016) 696 号	自主验收
6	建设项目环境影响登记表	备案号分别为: 201761011300000284 201761011300000268 201761011300000240 201861011300000955 20176101000400000093	/
7	西安交通大学医学院第一附属医院 新增射线装置及放射性同位素项目环境影响报告表	陕环批复 (2018) 525 号	自主验收
8	西安交通大学医学院第一附属医院 新增射线 PET-MR 及 TOMO 核技术利用项目环境影响报告表	陕环批复 (2019) 175 号	项目未建设

西安交通大学第一附属辐射安全许可证证号为陕环辐证 (00073), 医院现持有《辐射安全许可证》发证日期为 2020 年 5 月 21 日, 有效期至 2025 年 05 月 19 日, 许可范围为: 使用 I、III、V 类密封放射源; 使用 II、III 类射线装置, 生产、使用非密封放射性物质, 乙级、丙级非密封放射性物质工作场所 (见表 1-3)。

表 1-3 陕环辐证 (00073) 核准的核技术应用项目内容一览表

(一) 放射源						
序号	核素	类别	总活度 (贝克) / 活度 (贝克) × 枚数		活动种类	
1	Ir-192	III 类	3.7 × 10 ¹¹ × 1		使用	
2	Sr-90 (Y90)	V 类	2.4 × 10 ⁷ × 2		使用	
3	Sr-90 (Y90)	V 类	1.08 × 10 ⁹ × 1		使用	
4	Sr-90	V 类	2.4 × 10 ⁷ × 1		使用	
5	Co-60	I 类	1.031 × 10 ¹² × 192		使用	
6	Na-22	V 类	3.7 × 10 ⁶ × 1		使用	
(二) 非密封放射性物质						
序号	工作场所	场所等级	核素	日等效操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
1	SPECT 室	乙	^{99m} Tc	2.28 × 10 ⁸	6.0 × 10 ¹²	使用
2	核医学实验室		¹³¹ I	5.6 × 10 ⁶	1.4 × 10 ¹⁰	
3	PET/CT 室		¹⁸ F	5.55 × 10 ⁸	1.665 × 10 ¹³	使用
4			¹¹ C	1.85 × 10 ⁸	5.55 × 10 ¹²	
5			¹³ N	1.85 × 10 ⁸	5.55 × 10 ¹²	
6	核医学实验室	丙	³² P	2.0 × 10 ⁴	5.0 × 10 ⁷	使用
7			¹²⁵ I	4.0 × 10 ⁴	1.0 × 10 ⁸	

8	敷贴治疗室		⁸⁹ Sr	4.8×10 ³	1.2×10 ⁷	
(三) 射线装置						
序号	类别	装置名称		数量	活动种类	
1	II类	直线加速器		3	使用	
2	II类	回旋加速器		1		
3	II类	DSA		8		
4	III类	CT定位机		1		
5	III类	模拟定位机		1		
6	III类	曲面断层机		1		
7	III类	口腔CT		1		
8	III类	牙科X射线机		1		
9	III类	16CT机		1		
10	III类	64CT机		2		
11	III类	128CT机		1		
12	III类	小C型臂		5		
13	III类	拍片机		5		
14	III类	影像尿流动力机		1		
15	III类	碎石机		2		
16	III类	中型C臂		1		
17	III类	数字乳腺机		1		
18	III类	数字肠胃机		3		
19	III类	X射线骨密度仪		1		
20	III类	移动拍片机		4		
21	III类	能谱CT机		1		
22	III类	40排CT机		1		
23	III类	DR拍片机		2		
24	III类	CT机		1		
25	III类	ICT		1		
26	III类	双板DR		1		
27	III类	单板DR		1		
28	III类	DR		1		
29	III类	肠胃机		1		
30	III类	移动X光机		1		
31	III类	牙片机		1		
32	III类	口腔全景牙片机		1		
33	III类	移动式C型臂X光机		1		

8.医院辐射安全管理现状

西安交通大学医学院第一附属医院严格遵守《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》及《陕西省放射性污染防治条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理方面运行良好。

①西安交通大学医学院第一附属医院已根据陕西省生态环境厅核技术利用单位辐

射安全管理标准化建设相关要求，成立了辐射安全与防护管理领导机构（西安交通大学医学院第一附属医院辐射安全与环境保护管理委员会），明确了机构成员以及职责。医院已安排专人兼职负责医院辐射安全管理工作；并制定了较为完善的规章制度：《西安交通大学医学院第一附属医院放射诊疗管理委员会》、《西安交通大学医学院第一附属医院辐射安全与环境保护管理委员会》、《西安交通大学医学院第一附属医院辐射事故应急预案》、《西安交通大学医学院第一附属医院放射安全和防护管理制度》、《放射性同位素与射线装置放射安全和防护管理工作职责》、《放射工作人员健康管理制度》、《放射工作人员职业健康体检制度》、《放射工作人员培训管理和培训计划》、《个人剂量监测计划和档案管理制度》、《放射环境监测计划和档案管理制度》、《放射性同位素与射线装置台账管理制度》、《全国核技术利用单位申报系统管理信息具体信息档案管理措施》、《放射源审批、转移、收贮备案制度》、《放射性同位素与射线装置建设项目环评预评控评竣工验收许可管理和流程》、《放射性药品采购使用及废物处理流程图》、《放射性（三废）物处理管理办法》、《辐射设备维护、维修制度》、《保卫科辐射安全管理制度》、《放射人员离岗查体管理办法》、《放射诊疗设备稳定性检测管理制度》、《电离辐射注意事项》、《受检者放射危害告知与防护制度》、《放射工作人员、受检者个人防护用品的使用管理办法》、《辐射检测仪器表使用与效验管理制度》、《放射粒子辐射防护安全制度》、《各使用放射性同位素与射线装置科室制度》等规则制度，并严格按照规章制度执行。

②医院现有辐射工作人员共计 553 人，均参加了辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得培训合格证书。

③工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立了剂量健康档案并存档，医院定期对辐射工作人员进行健康体检并存档备案。根据医院提供的资料，2019 年全年医院放射性工作人员的年度职业外照射个人剂量为 0.07~10.97mSv，其中一人不满足环评提出工作人员年有效剂量约束限值，经调查是由于该放射性工作人员佩戴个人剂量计接受过射线检查；医院每两年组织辐射工作人员进行一次健康体检，医院现有的辐射工作人员未发现疑似放射病。

④医院放射性工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯。

⑤医院每年均对放射性场所及周围环境进行一次辐射监测，建立监测技术档案，并向相关部门提交了年度评估报告。2018 年 11 月西安飞机工业（集团）有限公司所属的西安一四一医院整体并入西安交通大学医学院第一附属医院，变为西安交通大学医学院

第一附属医院（东院）；2019年西安交通大学医学院第一附属医院分别委托陕西新高科辐射技术有限公司和陕西中测检测科技股份有限公司对医院现有放射工作场所进行了环境辐射水平年度检测，并出具了检测报告。根据检测报告可知，监测结果结论为：西安交通大学医学院第一附属医院现有的核医学科工作场所工作台面、设备表面、地面、墙面等的 β 表面污染监测结果为 $0.15\sim 1.69\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关限值要求；PET/CT机房的屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面30cm处空气吸收剂量当量率监测值在 $0.09\sim 0.14\mu\text{Sv}/\text{h}$ 范围之内，表面污染监测结果为 $0.09\sim 0.27\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；回旋加速器机房的屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面30cm处空气吸收剂量当量率监测值在 $0.09\sim 0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ 范围之内，机房及其附属用房表面污染监测结果为 $0.09\sim 1.01\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；SPECT/CT机房的屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面30cm处空气吸收剂量当量率监测值在 $0.06\sim 0.17\mu\text{Sv}/\text{h}$ 范围之内；SPECT机房的屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面30cm处空气吸收剂量当量率监测值在 $0.06\sim 0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ 范围之内；医用电子直线加速器正常工作状态下，机房人员进出防护门、四周屏蔽墙体外表面30cm处剂量率检测结果 $0.04\sim 1.34\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》

（GBZ126-2011）中 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 限值要求；DSA、CT、DR等射线装置在正常工作条件下，各机房屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面30cm处空气吸收剂量当量率监测值 $0.06\sim 2.28\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，各射线装置工作场所空气吸收剂量率监测结果满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）规定的限值要求，后装机在非治疗状态下，距设备表面5cm处周围剂量当量率是 $0.14\sim 0.76\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，距设备表面1m处周围剂量当量率是 $0.06\sim 0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，均符合《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）中“后装机非治疗状态下设备表面5cm处小于 $50\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，1m处小于 $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求；后装机在治疗状态下，机房的放射工作人员操作位、人员进出门、四周墙体（或屏蔽体）外的周围剂量当量率 $0.04\sim 0.17\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，符合《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》

（GBZ121-2017）中“治疗室屏蔽体外30cm处因透射辐射所致的周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求；伽马刀在非治疗状态下，距设备表面5cm处周围剂量当量率是 $1.59\sim 11.80\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，距设备表面60cm处周围剂量当量率是 $0.61\sim 4.50\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，均符合《X、 γ 射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》（GBZ168-2005）中“非治疗状态下设备周围的杂散射辐射水平距设备外表面60cm处不超过 $20\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，5cm处不超过 $200\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的要求；伽马刀在治疗状态下，机房的放射工作人员操作位、人员进出门、

四周墙体（或屏蔽体）外的周围剂量当量率 $0.04\sim 0.17\mu\text{Sv/h}$ ，符合《X、 γ 射线头部立体定向外科治疗放射卫生防护标准》（GBZ168-2005）中“保证在治疗室墙体外 30cm 处因透射产生的空气比释动能率一般应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求；年度检测报告见附件 4。

西安交通大学医学院第一附属医院严格执行按照陕西省生态环境厅的各项要求，并且认真履行各项规章制度，每年接受省辐射监督管理站、西安市生态环境局监督检查和环境辐射监测。



二、放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

三、非密封放射性物质

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

注：日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)

四、射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字平板血管造影系统	II	2	UNIQ FD20C	125	1000	诊疗	影像中心楼二层 DSA1、3 机房	使用
2	数字平板血管造影系统	II	1	UNIQ FD20/15	125	1000	诊疗	影像中心楼二层 DSA2 机房	使用
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

五、废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2.含油放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度(Bq)。

六、评价依据

<p>评价 委托书</p>	<p>西安交通大学医学院第一附属医院《环境影响评价委托书》，2019.7.2，附件 1。</p>
<p>法规 文件</p>	<p>1.国家法律</p> <p>(1)《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015.1.1；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2016.9.1</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003.10.1；</p> <p>2.国务院行政法规及规范性文件</p> <p>(1) 国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订），(国务院令 709 号)，2019.3.2；</p> <p>(2) 国务院《修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国令第 682 号)，2017.7.16；</p> <p>3.部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 国家环保总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号文）2006.9.26；</p> <p>(2) 环境保护部《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》（生态环境部令第 7 号），2019.8.22；</p> <p>(3) 环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第 18 号），2011.5.1；</p> <p>(4) 环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《射线装置分类》（公告 2017 年第 66 号），2017.12.5；</p> <p>(5) 生态环境部《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》（部令第 1 号），2018.4.28；</p> <p>4.地方政府及其职能部门的法规、政策及规范性文件</p> <p>(1) 陕西省人大《陕西省放射性污染防治条例》(2019 年修正)，2019.11.06；</p> <p>(2) 陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号），2018.6.6；</p>

<p>技术标准</p>	<p>1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2. 《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020； 3. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）。</p>
<p>其他</p>	<p>建设单位提供的其他技术资料。</p>

七、保护目标与评价标准

评价范围

本项目的污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）的相关规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”，结合本项目数字减影血管造影系统（DSA）的实际使用情况，考虑以DSA机房周围50m作为环境影响评价范围，评价范围见图7-1。

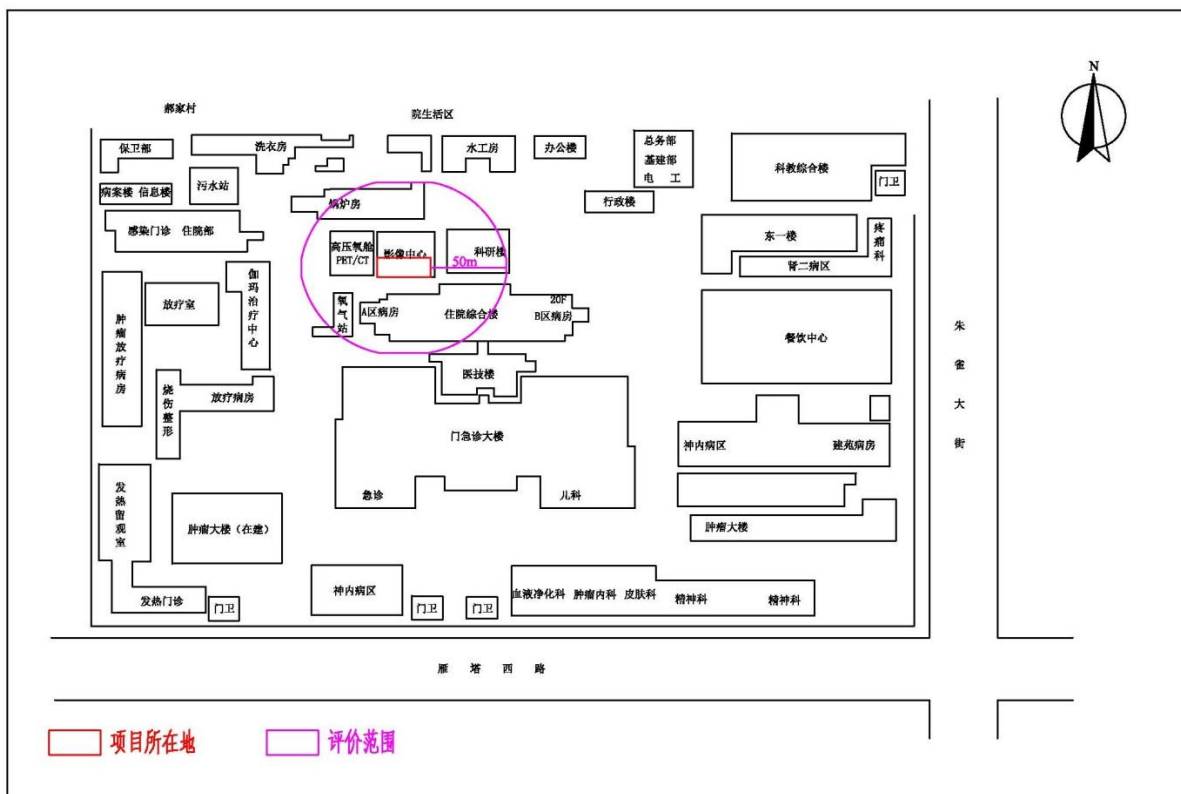


图7-1 西安交通大学医学院第一附属医院射线装置环境影响评价范围

保护目标

辐射环境影响主要为医院从事数字减影血管造影系统（DSA）放射性诊断、治疗的工作人员，工作场所周围活动的其他非放射性工作人员和公众，环境保护与控制目标见表7-1。

表7-1 环境保护与剂量约束限制一览表

序号	保护对象		相对方位	距射线装置最近距离	人数	保护内容	控制目标
1	放射性工作人员	本项目 DSA 治疗室内的介入手术医师	工作区内	约 0.3m	31		年有效剂量不大于 5mSv
2		本项目 DSA 治		约 0.8m	10		

		疗室内的介入手术护士				年有效剂量	年有效剂量 不大于 0.25mSv
3		本项目 DSA 控制室内医师		约 3.6m	31		
4		本项目 DSA 控制室内护士		约 3.6m	10		
5		本项目 DSA 控制室内技师		约 3.6m	3		
6	非放射工作人员	DSA、ERCP 病人家属	影像中心二楼	约 5.54m	若干		
7		胃肠、乳腺病人家属	影像中心三楼	约 3.0m	若干		
8		CT、MR 病人的陪护家属	影像中心一楼	约 4.2m	若干		
9		影像中心楼其他非放射性医护人员、患者及其他公众人员	影像中心一、三楼	约 3.0m	若干		
10		医院内其他非放射工作人员、患者及其他公众人员	医院范围内	/	若干		

评价标准

1. 剂量限制及剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定:

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(但不可作任何追溯平均),20mSv;
(本项目取其四分之一即 5mSv 作为工作人员的年有效剂量约束值)。

1.2 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 作为公众人员的年有效剂量约束值)。

2. 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定,划定辐射控制区和辐射监督区。

3. 医用 X 射线机房防护设施性能规定

《放射诊断放射防护要求》GBZ130-2020 相关条款节选

3.1 X 射线设备机房防护设施的技术要求

3.1.1 X 射线设备机房布局

(1) 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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

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

(4) 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积机单边长度

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)
双管头或多管头 X 射线机 ^a	30	4.5
单管头 X 射线设备 b(含 C 形臂， 乳腺 CBCT)	20	3.5

^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 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

3.1.2 X 射线设备机房屏蔽

(1) 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

(2) 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C。

(3) 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

(4) 距 X 射线设备表面 100 cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100 cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

3.1.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

(1) 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

(2) 机房的辐射屏蔽防护检测方法按第 8 章和附录 B 的要求。

(3) 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不

到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

3.1.4 X 射线设备工作场所防护

(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。

(2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(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。

(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) 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

(8) 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

3.1.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

(1) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 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。

(2) 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 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

(3) 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 0.5 mmPb。

(4) 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 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	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	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	选配：移动铅防护屏风	选配： 铅橡胶帽子	
工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。				
<p>3.2 X 射线设备操作的防护安全要求</p> <p>3.2.1 一般要求</p> <p>(1) 放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律培训，满足放射工作人员岗位要求。</p> <p>(2) 根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。</p> <p>(3) 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。</p> <p>(4) 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照射野。</p> <p>(5) X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。</p> <p>(6) 放射工作人员应按 GBZ 128 的要求接受个人剂量监测。</p> <p>(7) 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。</p> <p>(8) 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果。</p> <p>(9) 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。</p> <p>3.2.2 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求</p> <p>(1) 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。</p> <p>(2) 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。</p> <p>(3) 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。</p> <p>(4) 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。</p> <p>(5) 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平</p>				

方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

3.3 X 射线设备机房防护检测要求

3.3.1 X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

a) X 射线设备机房防护检测指标和要求应符合 6.3 的规定；

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性；

3.3.2 X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应进行定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

3.3.3 在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

八、环境质量和辐射现状

1.项目地理位置

西安交通大学医学院第一附属医院因业务发展需要，同时也为了更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需要，提高对疾病的治疗能力，拟对现有影像中心楼二层进行改造，并新增3台数字减影血管造影系统，地理位置见图1-1。

2.项目所在地环境现状评价

本项目是医院对现有医学影像中心楼二层整体进行改造，改造完成后，设置3个DSA机房及一个ERCP机房，现有影像中心楼二楼配备有一台DSA及一台ERCP，根据西安交通大学医学院第一附属医院2019年年度例行监测报告可知，现有影像中心楼二层放射性场所的环境质量现状见表8-1，监测报告及监测点位见附件4。

表8-1 辐射环境剂量率监测结果¹⁾ (nSv/h)

序号	点位描述	监测结果
1	DSA 手术室（本底）	170~180
2	ERCP 手术室（本底）	190~210

注：1) 表中结果未扣除宇宙辐射响应值

根据监测单位提供的资料，监测仪器换算系数为：1Gy/h=1.2Sv/h，则医学影像中心楼二层辐射环境剂量率监测结果为141~175 nGy/h。

由《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（张春芳、李缉银《辐射防护》第14卷4期，1994年7月）可知，陕西省西安市天然贯穿辐射剂量率见表8-2。

表8-2 西安市天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率

省	地区 (市)	天然贯穿辐射			
		室外剂量率 (nGy/h)		室内剂量率 (nGy/h)	
		均值	标准差	均值	标准差
陕西省	西安市	108.0	18.0	143.0	17.0

综上，西安交通大学医学院第一附属医院影像中心楼二层的 γ 辐射空气吸收剂量率监测值与西安市天然贯穿辐射剂量率基本处于同一水平，项目所在地辐射环境现状质量良好。

九、项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1 工作原理

介入诊疗是计算就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。数字减影血管造影机（DSA）主要采用时间减影法，即将造影剂未达到预检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取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。利用计算机系统将注射造影剂前的透视影像转换成数字形式贮存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余数字再转换成图像，即成为出去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的纯血管造影像。

在血管造影时，X 射线照射人体后产生的影像，经影像增强器强化，有摄像机接收并把它变成模拟信号输入模—数转换器，把模拟信号转变成数字信号，然后把数字信号存入贮存器。同时电子计算机图像处理系统把图像分成许多像素，并通过数—模转换器把数字信号变成模拟信号，再输入监视器，从监视器屏幕上就可见到实时纯血管的图像。

2.设备组成

数字减影血管造影系统（DSA）是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

3.操作流程

数字减影血管造影系统（DSA）在进行曝光时分为 DSA 检查和介入治疗两种情况，对应的治疗流程及产污见图 9-1。

①DSA 检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

②DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近合同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医生、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入室。

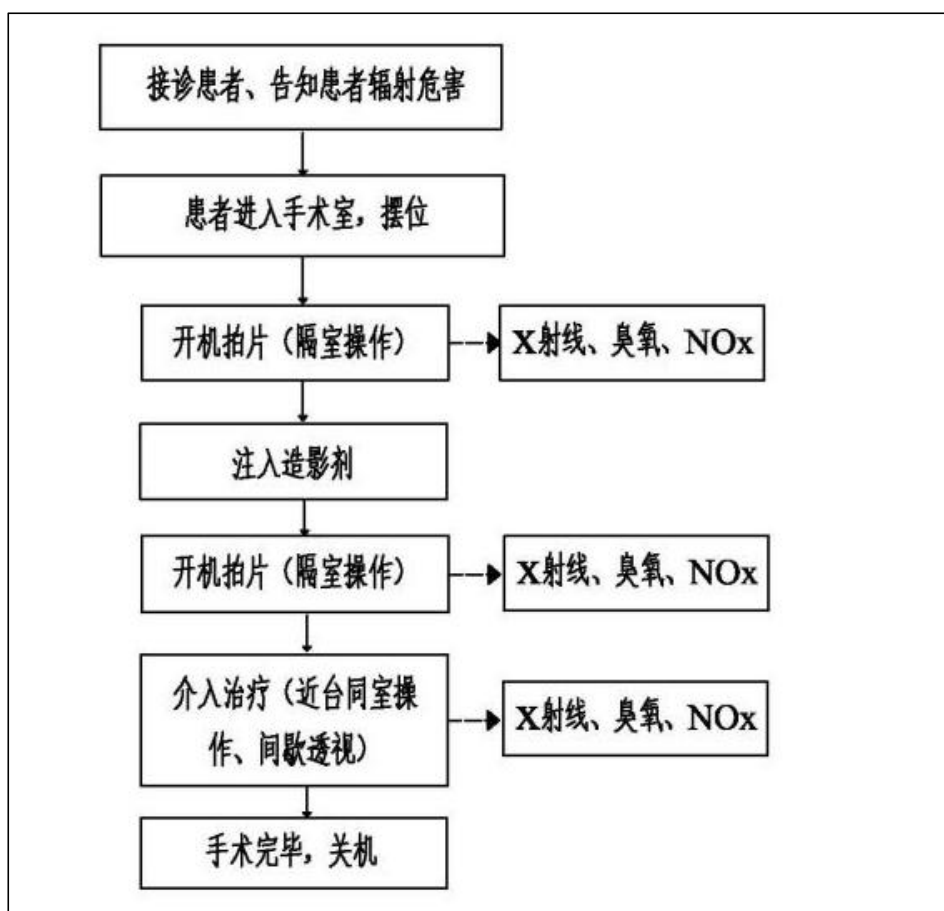


图 9-1 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

4.污染源项

本项目使用 3 台数字减影血管造影系统（DSA），DSA 属于 II 类射线装置。产污环节为：数字减影血管造影系统（DSA）在拍片或透视时，将产生 X 射线和臭氧。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

污染途径

1.正常工况

数字减影血管造影装置（DSA）安装在相应的机房内，在隔室操作时，如果设备安全和防护硬件及措施到位，手术室外的工作人员基本不会受到X射线的外照射影响。手术室内由于介入放射的特殊性，进行手术操作的医生、其他医务人员可能长时间暴露在X射线下，将会受到较大外照射影响，特别是长期参与介入手术的医生累积接受的射线剂量可能更高，因此需要加强医生在手术时使用DSA操作时的辐射防护与管理。

2.事故工况

①在使用 X 射线装置进行放射诊断时，门机联锁失效，导致人员误入机房引起误照射。

②工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离诊断机房，X 射线装置运行可能产生误照射。

③操作介入手术的医生或护士未穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护用具，而受到超剂量外照射。

十、辐射安全与防护

项目安全设施

1.辐射屏蔽措施

根据西安交通大学医学院第一附属医院提供的资料,医院数字减影血管造影(DSA)机房均采取了实体防护设施,具体情况见表1-2。

2.辐射防治措施

(1) 已采取的安全防护措施

①医院已为每名介入工作人员配备了个人剂量计,并建立了个人剂量档案。辐射工作人员工作时,应按要求佩戴。

②医院组织放射性工作人员每两年进行一次职业健康体检,并建立了职业健康监护档案,终生保存。放射性工作人员上岗前均进行了职业健康体检。

③医院计划配置 0.50mmPb 医用铅防护帽 15 个、0.50mmPb 医用铅围脖 44 个、0.50mmPb 医用铅防护衣 15 套,0.50mmPb 铅眼镜 10 个,0.50mmPb 铅防护帘 4 个,0.05mmPb 移动铅屏风 4 个,0.025mmPb 介入手套 10 套。

④DSA 机房均设置有排风装置,排风次数均为 18 次/h,防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

⑤机房设有观察窗,诊断床均设置紧急停机按钮。

⑥机房门外设置有醒目的工作状态指示灯,且工作状态指示灯和与机房门能有效联动。

(2) 还需采取的安全防护措施

①在机房门口应设置明显的放射性警告标识和中文警示说明,机房内应张贴检查室管理制度、应急预案等规章制度,候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

②控制台应设置对讲装置,诊断床及控制台电源钥匙应由专人保管,设置出束声音报警。

③机房门外工作状态指示灯的灯箱上应设有“射线有害,灯亮勿入”的警示语句;

④放射性工作人员进出门为不锈钢铅防护手动平开门,平开门应有自动闭门装置;病人进出门为不锈钢铅防护电动推拉门,推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施,且应设置防夹装置。

⑤医院已经为每名介入工作人员配备了个人剂量计,工作时应按要求佩戴。

⑥医院已配备有 1 台便携式剂量率监测仪，应定期对项目周围环境辐射水平进行监测，并记录档案，应在实际生产中严格执行监测方案，并形成台账。

⑦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；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

⑧除存在临床不可接受的情况外，DSA 图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。

⑨受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

3.平面分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的分区要求，对数字减影血管造影（DSA）使用场所进行分区管理，把工作场所分为控制区、监督区，便于辐射防护管理。

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射，本项目把 3 个 DSA 机房划为控制区。

（2）监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。监督区范围内应尽量限制无关人员进入，为便于管理将控制区周围与 DSA 机房能直接连通的机房，包括开放式操作空间、过道、无菌库、设备间、操作间、空调机房 2 等设置为监督区。本项目分区见图 10-1、10-2、10-3。

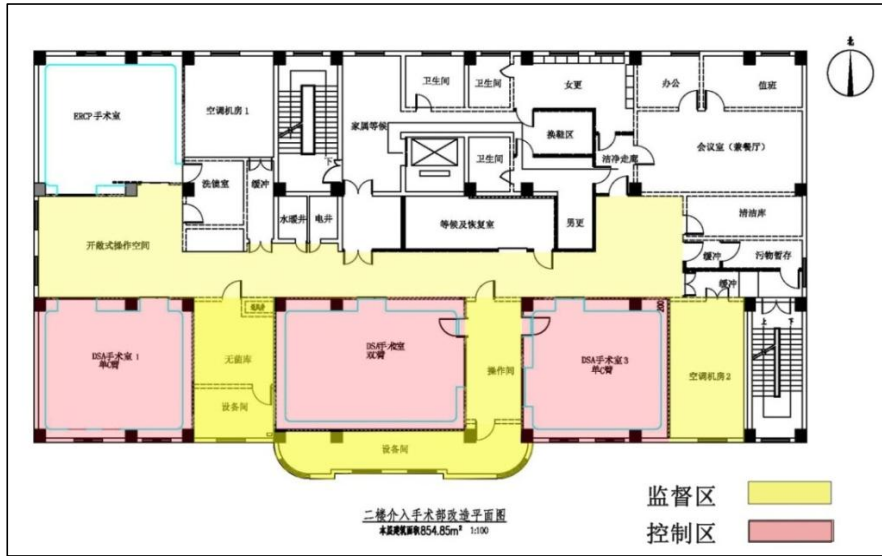


图 10-1 本项目分区图（二层）

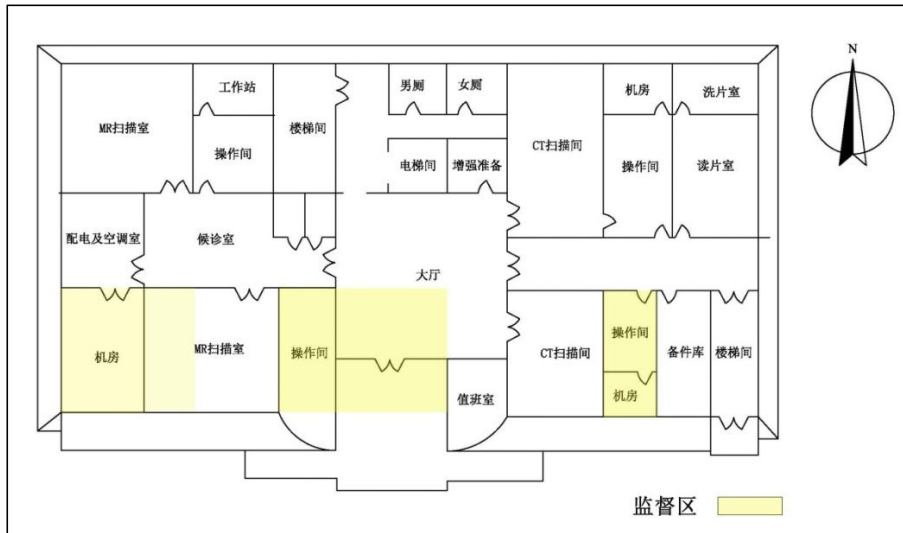


图 10-2 本项目分区图（一层）

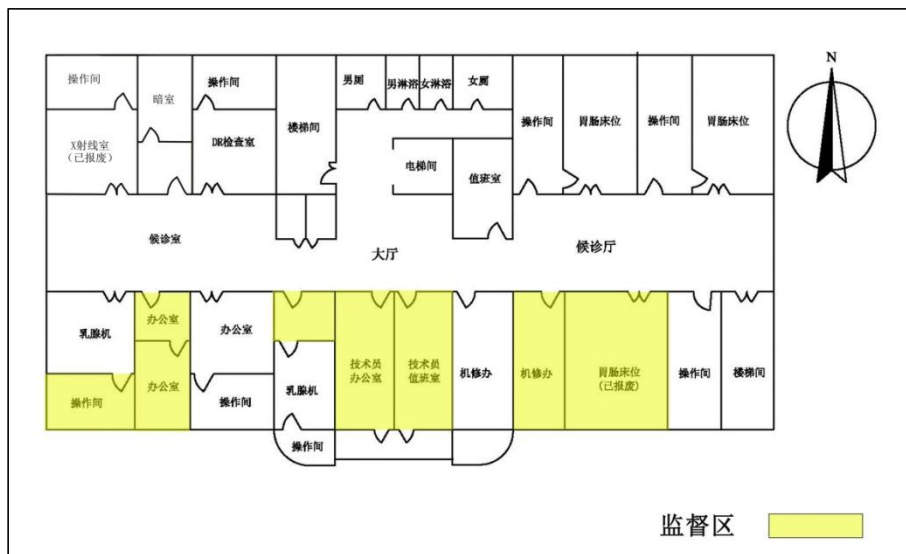


图 10-3 本项目分区图（三层）

三废

1.废气

数字减影血管造影(DSA)运行期运营期将会产生大气污染物氮氧化物及臭氧。DSA机房内设置有机排风系统。氮氧化物及臭氧通过通排风系统经排气管道排放到大气环境，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

2.固体废物

DSA手术过程中注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。根据病人需要，打印出的照片由病人自行带走；介入手术时会产生废医用器具、药棉、纱布、手套等医疗废物。手术结束后及时打包收集，并立即转移暂存于二层东南侧的污物暂存间，定期转移至医院医疗废物暂存间，由医院统一委托资质单位处理。

十一、环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为对现有建筑物进行改造，改造过程会对周围环境造成一定的影响。

(1) 大气：影像中心楼二层进行改造过程将会产生扬尘，但这些方面的影响仅局限在改造的二层区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；

(2) 噪声：改造过程中会产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：施工人员生活依托医院内现有的设施，其产生的生活污水经过医院污水管网，送污水处理站处理；项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后回用。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 机房防护

本项目包括 3 个 DSA 机房，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目 DSA2 属于多管头 X 射线机，机房最小面积不应小于 30m²，最小单边长度 4.5m；DSA1、DSA3 属于单管头 X 射线机，机房最小面积不应小于 20m²，最小单边长度 3.5m；3 台 DSA 机房有用线束方向铅当量应不小于 2mmPb，非有用线束方向铅当量不小于 2mmPb。

根据医院提供的资料，采集状态下，最大电压为 90kV，最大管电流为 600mA；透视状态下，最大电压为 70 kV，最大管电流为 200mA，具体见附件 5。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.4 可推算出，在管电压 90kV 下，100mm 钢筋混凝土的防护能力相当于 1.4mmPb 当量；240mm 实心砖墙的防护能力相当于 2.1mmPb 当量；在管电压 70kV 下，100mm 钢筋混凝土的防护能力相当于 1.1mmPb 当量；240mm 实心砖墙的防护能力相当于 1.9mmPb 当量。具体机房屏蔽厚度见表 11-1。

表 11-1 本项目射线装置专用机房防护参数一览表

机房	项目	防护厚度	等效铅当量	
			采集 (90kV)	透视 (70kV)
DSA 机房 1	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(南)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆, 方钢管+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板封堵窗洞	墙体 4.1mmPb 当量; 窗洞 3mmPb 当量	墙体 3.9mmPb 当量; 窗洞 3mmPb 当量
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(西)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆	4.1mmPb 当量	3.9mmPb 当量
	防护门	3mmPb 当量电动推拉门	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护铅板	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
	地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
DSA 机房 2	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(南)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(西)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	医护人员进出防护门	3mmPb 当量手动平开门	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	病人进出防护门	3mmPb 当量电动推拉门	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护铅板	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
DSA 机房 3	地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
	防护墙(北)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(南)	240mm 砖墙+2mmPb 当量硫酸钡防护砂浆, 方钢管+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板封堵窗洞	墙体 4.1mmPb 当量; 窗洞 3mmPb 当量	墙体 3.9mmPb 当量; 窗洞 3mmPb 当量
	防护墙(东)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	防护墙(西)	100mm 轻龙骨隔墙+3mmPb 当量抗辐射晶石屏蔽板	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	医护人员进出防护门	3mmPb 当量手动平开门	3mmPb 当量	3mmPb 当量
	病人进出防护门	3mmPb 当量电动推拉门	3mmPb 当量	3mmPb 当量
铅观察窗	3mmPb 当量铅玻璃和窗框	3mmPb 当量	3mmPb 当量	

屋顶	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量防护 铅板	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
地板	100mm 钢筋混凝土+2mmPb 当量硫酸 钡防护砂浆	3.4mmPb 当量	3.1mmPb 当量
备注：①铅板密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ ；混凝土密度 2.5g/cm^3 ；防护涂料比重 $\geq 4.1\text{g/cm}^3$ 。 ②不同屏蔽物质铅当量厚度参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录表 C.4 计算；			

由上可知，DSA1 机房的有效面积为 46.64m^2 ，最小单边长度为 6.2m ，机房的防护能力为主屏蔽和次屏蔽均大于 2mmPb ，DSA2 机房的有效面积为 52.20m^2 ，最小单边长度为 5.8m ，机房的防护能力为主屏蔽和次屏蔽均大于 2mmPb ；DSA3 机房的有效面积为 41.85m^2 ，最小单边长度为 6.2m ，机房的防护能力为主屏蔽和次屏蔽均大于 2mmPb ；3 个机房的各项指标均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关要求。

2.环境影响

本项目新增三台 DSA 设备，其中一个双 C，两个单 C，三台设备最大管电压均为 125kV ，最大管电流均为 1000mA ，最大功率均为 100kW 。本项目 DSA 自带控制系统，设备操作时可根据患者体型、照射部位等信息实时调节管电压，根据医院提供的资料，采集状态下，最大电压为 90kV ，最大管电流为 600mA ；透视状态下，最大电压为 70kV ，最大管电流为 200mA 。根据厂家提供的资料，双 C 可以同时工作。由于未能获取设备设计资料，根据《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，当管电压为 90kV 时， 2mmAl 过滤下，离靶 1m 处的剂量率约为 $7.5\text{mGy/m}\cdot\text{Amin}$ ，采集时管电流取 600mA ，距靶点 1m 处的最大剂量率取 $2.7\times 10^8\mu\text{Gy/h}$ 。当管电压为 70kV 时， 2mmAl 过滤下，离靶 1m 处的剂量率约为 $5\text{mGy/m}\cdot\text{A}\cdot\text{min}$ ，透视时管电流取 200mA ，距靶点 1m 处的最大剂量率取 $6\times 10^7\mu\text{Gy/h}$ ；本项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏射线和散射线影响。本次预测时根据设备及机房情况，对 DSA 机房防护能力进行计算，根据医院提供的资料，双 C 同时开机的时间非常少，本次计算时双 C 按两个 DSA 管头同时开机至最大管电压和管电流计算。

根据医院提供的资料，第一术者位（医生）、第二术者位（护士）在进行手术时综合考虑铅防护屏（ 0.5mmPb 当量）或铅防护帘（ 0.5mmPb 当量）、铅衣（ 0.5mmPb 当量）屏蔽效果，其防护用品有效铅当量厚度为 1mm ；采集时医护人员基本不进入介入治疗机房，透视需要在介入手术室中。

（1）泄漏辐射剂量率估算公式

①计算公式

泄漏辐射剂量率计算公式参考《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)中给出的公式计算;对于给定的屏蔽物质,屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录C计算。

$$H_L = \frac{H_0 \times B \times f}{d^2} \quad (11-1)$$

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) e^{-\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (11-2)$$

式中:

H_L —关注点漏射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f —设备射线泄漏率, 取 0.1%;

B —X 射线对屏蔽体的透射比, 根据公示 11-2 计算得出;

d —计算点距源点的距离, m;

H_0 —离靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$ 。

X —铅厚度, mm;

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

屏蔽物质铅辐射衰减的有关的三个拟合参数见表 11-2。

表 11-2 铅辐射衰减的有关的三个拟合参数

铅	α	β	γ
90kV	3.067	18.83	0.7726
70kV	5.369	23.49	0.5881

②计算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、房顶、地板等各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-3。

表 11-3 各关注点泄漏辐射剂量率估算结果

点位	点位描述	X	f	d (m)	透射比(B)	H_L ($\mu\text{Gy/h}$)		备注
1	机房北侧墙外 0.3m处	3mmPb 当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	DSA1
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
2	机房南侧墙外 0.3m处	3mmPb 当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
3	机房东侧墙外 0.3m处	3mmPb 当量	0.1%	4.5	7.93×10^{-6}	采集	0.11	
					5.79×10^{-9}	透视	1.72×10^{-5}	
4	机房西侧墙外 0.3m	4.1mmPb 当量	0.1%	4.5	2.72×10^{-7}	采集	0.004	
		3.9mmPb 当量			4.62×10^{-11}	透视	1.37×10^{-7}	
5	防护门外0.3m	3mmPb	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	

西安交通大学医学院第一附属医院新增射线装置核技术利用建设项目环境影响报告表

					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	DSA2
6	观察窗外0.3m处	3mmPb当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
7	机房楼上距地0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	3.3	2.33×10^{-6}	采集	0.06	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	1.87×10^{-5}	
8	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	1.6	2.33×10^{-6}	采集	0.25	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	7.94×10^{-5}	
9	机房北侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	3.9	7.93×10^{-6}	采集	0.28	
					5.79×10^{-9}	透视	4.58×10^{-5}	
10	机房南侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	3.7	7.93×10^{-6}	采集	0.32	
					5.79×10^{-9}	透视	5.08×10^{-5}	
11	机房东侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	5.3	7.93×10^{-6}	采集	0.16	
					5.79×10^{-9}	透视	2.48×10^{-5}	
12	机房西侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	5.4	7.93×10^{-6}	采集	0.14	
					5.79×10^{-9}	透视	2.38×10^{-5}	
13	医护人员进出防护门外0.3m	3mmPb当量	0.1%	5.3	7.93×10^{-6}	采集	0.16	
					5.79×10^{-9}	透视	2.48×10^{-5}	
14	病人进出防护门外0.3m	3mmPb当量	0.1%	3.9	7.93×10^{-6}	采集	0.28	
					5.79×10^{-9}	透视	4.58×10^{-5}	
15	观察窗外0.3m	3mmPb当量	0.1%	5.3	7.93×10^{-6}	采集	0.16	
					5.79×10^{-9}	透视	2.48×10^{-5}	
16	机房楼上距地0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	3.3	2.33×10^{-6}	采集	0.12	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	3.74×10^{-5}	
17	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	1.6	2.33×10^{-6}	采集	0.50	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	1.59×10^{-4}	
18	机房北侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
19	机房南侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
20	机房东侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.125	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.04×10^{-5}	
21	机房西侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.275	7.93×10^{-6}	采集	0.12	
					5.79×10^{-9}	透视	1.90×10^{-5}	
22	医护人员进出防护门外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.275	7.93×10^{-6}	采集	0.12	
					5.79×10^{-9}	透视	1.90×10^{-5}	
23	病人进出防护门外0.3m	3mmPb当量	0.1%	4.1	7.93×10^{-6}	采集	0.13	
					5.79×10^{-9}	透视	2.07×10^{-5}	
24	观察窗外0.3m	3mmPb	0.1%	4.275	7.93×10^{-6}	采集	0.12	

		当量			5.79×10^{-9}	透视	1.90×10^{-5}	
25	机房楼上距地板0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	3.3	2.33×10^{-6}	采集	0.06	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	1.87×10^{-5}	
26	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mmPb当量	0.1%	1.6	2.33×10^{-6}	采集	0.25	
		3.1mmPb当量			3.39×10^{-9}	透视	7.94×10^{-5}	

(2) 散射辐射剂量率估算

①估算方法

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。散射剂量率计算公式参考《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:

$$H_s = \frac{H_0 \times \alpha \times B \times (S/400)}{(d_0 \times d_s)^2} \quad (11-3)$$

式中:

H_s —关注点处的患者散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

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

α —患者对 X 射线的散射比, 取 0.0013 (90°散射, 相对于 400cm² 散射面积), 取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1;

S—散射面积, 取典型值 100cm² ;

d_0 —源与患者的距离, 一般取 0.3m;

d_s —患者与关注点的距离, m;

B—X 射线对屏蔽体的透射比, 根据公式 11-2 计算得出。

②估算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、房顶等各关注点的散射辐射剂量率估算见表 11-4。

表 11-4 各关注点散射剂量率估算结果

点位	点位描述	等效铅当量	α	S (cm ²)	d_s (m)	d_0 (m)	透射比 (B)	H_s ($\mu\text{Gy/h}$)		备注
1	机房北侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46	DSA 1
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}	
2	机房南侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46	
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}	
3	机房东侧墙外0.3m	3mmPb当量	0.0013	100	4.5	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.38	

西安交通大学医学院第一附属医院新增射线装置核技术利用建设项目环境影响报告表

							5.79×10^{-9}	透视	6.20×10^{-5}	
4	机房西侧墙外0.3m处	4.1mm Pb当量	0.0013	100	4.5	0.3	2.72×10^{-7}	采集	0.01	
		3.9mm Pb当量					4.62×10^{-11}	透视	4.94×10^{-7}	
5	防护门外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46	
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}	
6	观察窗外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46	
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}	
7	机房楼上距地0.3m处	3.4mm Pb当量	0.0013	100	3.3	0.3	2.33×10^{-6}	采集	0.21	
		3.1mm Pb当量					3.39×10^{-9}	透视	6.74×10^{-5}	
8	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mm Pb当量	0.0013	100	1.6	0.3	2.33×10^{-6}	采集	0.89	
		3.1mm Pb当量					3.39×10^{-9}	透视	2.87×10^{-4}	
9	机房北侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	3.9	0.3	7.93×10^{-6}	采集	1.02	
							5.79×10^{-9}	透视	1.65×10^{-4}	
10	机房南侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	3.7	0.3	7.93×10^{-6}	采集	1.14	
							5.79×10^{-9}	透视	1.83×10^{-4}	
11	机房东侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	5.3	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.56	
							5.79×10^{-9}	透视	8.94×10^{-5}	
12	机房西侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	5.4	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.54	
							5.79×10^{-9}	透视	8.60×10^{-5}	
13	医护人员进出防护门外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	5.3	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.56	DSA 2
							5.79×10^{-9}	透视	8.94×10^{-5}	
14	病人进出防护门外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	3.9	0.3	7.93×10^{-6}	采集	1.02	
							5.79×10^{-9}	透视	1.65×10^{-4}	
15	观察窗外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	5.3	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.56	
							5.79×10^{-9}	透视	8.94×10^{-5}	
16	机房楼上距地板0.3m处	3.4mm Pb当量	0.0013	100	3.3	0.3	2.33×10^{-6}	采集	0.42	
		3.1mm Pb当量					3.39×10^{-9}	透视	1.35×10^{-4}	
17	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mm Pb当量	0.0013	100	1.6	0.3	2.33×10^{-6}	采集	1.78	
		3.1mm Pb当量					3.39×10^{-9}	透视	5.74×10^{-4}	
18	机房北侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46	DSA 3
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}	

19	机房南侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}
20	机房东侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.125	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.45
							5.79×10^{-9}	透视	7.38×10^{-5}
21	机房西侧墙外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.275	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.42
							5.79×10^{-9}	透视	6.87×10^{-5}
22	医护人员进出防护门外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.275	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.42
							5.79×10^{-9}	透视	6.87×10^{-5}
23	病人进出防护门0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.1	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.46
							5.79×10^{-9}	透视	7.47×10^{-5}
24	观察窗外0.3m处	3mmPb当量	0.0013	100	4.275	0.3	7.93×10^{-6}	采集	0.42
							5.79×10^{-9}	透视	6.87×10^{-5}
25	机房楼上距地板0.3m处	3.4mmPb当量	0.0013	100	3.3	0.3	2.33×10^{-6}	采集	0.21
		3.1mmPb当量					3.39×10^{-9}	透视	6.74×10^{-5}
26	机房楼下距一层屋顶0.3m处	3.4mmPb当量	0.0013	100	1.6	0.3	2.33×10^{-6}	采集	0.89
		3.1mmPb当量					3.39×10^{-9}	透视	2.87×10^{-4}

(3) 辐射有效剂量率

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、楼上等各关注点的辐射剂量率估算见表 11-5。

表 11-5 各关注点辐射剂量率估算结果

点位	点位描述	采集状态 (单位: $\mu\text{Gy/h}$)			透视状态 (单位: $\mu\text{Gy/h}$)			备注
		泄漏辐射剂量率 H_L	散射辐射剂量率 H_S	总有效剂量率 H_R	泄漏辐射剂量率 H_L	散射辐射剂量率 H_S	总有效剂量率 H_R	
1	机房北侧墙外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	DSA 1
2	机房南侧墙外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	
3	机房东侧墙外0.3m处	0.11	0.38	0.49	1.72×10^{-5}	6.20×10^{-5}	7.92×10^{-5}	
4	机房西侧墙外0.3m处	0.004	0.01	0.014	1.37×10^{-7}	4.94×10^{-7}	6.31×10^{-7}	
5	防护门外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	
6	观察窗外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	
7	机房楼上距地0.3m处	0.06	0.21	0.27	1.87×10^{-5}	6.74×10^{-5}	8.60×10^{-5}	

8	机房楼下距一层屋顶0.3m处	0.25	0.89	1.14	7.94×10^{-5}	2.87×10^{-4}	3.66×10^{-4}	DSA 2
9	机房北侧墙外0.3m处	0.28	1.02	1.30	4.58×10^{-5}	1.65×10^{-4}	2.11×10^{-4}	
10	机房南侧墙外0.3m处	0.32	1.14	1.46	5.08×10^{-5}	1.83×10^{-4}	2.34×10^{-4}	
11	机房东侧墙外0.3m处	0.16	0.56	0.72	2.48×10^{-5}	8.94×10^{-5}	1.14×10^{-4}	
12	机房西侧墙外0.3m处	0.14	0.54	0.68	2.38×10^{-5}	8.60×10^{-5}	1.10×10^{-4}	
13	医护人员进出防护门外0.3m处	0.16	0.56	0.72	2.48×10^{-5}	8.94×10^{-5}	1.14×10^{-4}	
14	病人进出防护门外0.3m处	0.28	1.02	1.30	4.58×10^{-5}	1.65×10^{-4}	2.11×10^{-4}	
15	观察窗外0.3m处	0.16	0.56	0.72	2.48×10^{-5}	8.94×10^{-5}	1.14×10^{-4}	
16	机房楼上距地板0.3m处	0.12	0.42	0.54	3.74×10^{-5}	1.35×10^{-4}	1.72×10^{-4}	
17	机房楼下距一层屋顶0.3m处	0.50	1.78	2.28	1.59×10^{-4}	5.74×10^{-4}	7.33×10^{-4}	
18	机房北侧墙外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	DSA 3
19	机房南侧墙外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	
20	机房东侧墙外0.3m处	0.13	0.45	0.58	2.04×10^{-5}	7.38×10^{-5}	9.42×10^{-5}	
21	机房西侧墙外0.3m处	0.12	0.42	0.54	1.90×10^{-5}	6.87×10^{-5}	8.77×10^{-5}	
22	医护人员进出防护门外0.3m处	0.12	0.42	0.54	1.90×10^{-5}	6.87×10^{-5}	8.77×10^{-5}	
23	病人进出防护门外0.3m处	0.13	0.46	0.59	2.07×10^{-5}	7.47×10^{-5}	9.53×10^{-5}	
24	观察窗外0.3m	0.12	0.42	0.54	1.90×10^{-5}	6.87×10^{-5}	8.77×10^{-5}	
25	机房楼上距地板0.3m处	0.06	0.21	0.27	1.87×10^{-5}	6.74×10^{-5}	8.60×10^{-5}	
26	机房楼下距一层屋顶0.3m处	0.25	0.89	1.14	7.94×10^{-5}	2.87×10^{-4}	3.66×10^{-4}	

由表 11-5 可知，DSA1 采集状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 0.014~1.14 μ Gy/h，透视状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 6.31×10^{-7} ~ 3.66×10^{-4} μ Gy/h；DSA2 采集状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 0.54~2.28 μ Gy/h，透视状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 1.10×10^{-4} ~ 7.33×10^{-4} μ Gy/h；DSA3 采集状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 0.27~1.14 μ Gy/h，透视状态下机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 8.60×10^{-5} ~ 3.66×10^{-4} μ Gy/h；本项目 DSA 机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率满足《放

射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时,周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

3.个人剂量估算

(1) 年有效剂量

①人员所受到的年有效剂量计算公式:

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-4)$$

式中: H_w —年受照剂量;

H_R —计算点附加剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

K —有效剂量与吸收剂量换算系数,取 1Sv/Gy ;

T —人员居留因子,参考《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)附录 A 中的表 A.1,职业人员全居留取 1,公众人员部分居留取 1/4、偶然居留取 1/8;

t —年曝光时间, h/a。

②出束时间

根据医院提供资料,本次新增的 3 台 DSA 每台每年 2000 台手术,每台手术一般采集 5min,透视 30min,则 DSA 采集出束时间约 500h/a,透视出束时间约 3000h/a。

③计算结果

辐射工作人员主要为控制室工作人员和介入操作人员,本次评价分别对其进行计算。

对于控制室辐射工作人员,本项目 3 台 DSA 机房,每台每年 2000 台手术,DSA2 和 DSA3 共用一个操作间,DSA2 控制室内最大辐射剂量率为采集状态下 $0.72\mu\text{Gy/h}$,透视状态下 $1.14 \times 10^{-4}\mu\text{Gy/h}$; DSA3 控制室内最大辐射剂量率为采集状态下 $0.54\mu\text{Gy/h}$,透视状态下 $8.77 \times 10^{-5}\mu\text{Gy/h}$; 每台 DSA 预计年最大采集出束时间约 167h/a; 年最大透视出束时间约 1000h/a,操作间工作人员居留因子取 1,则在设备正常运行情况下,DSA 控制室内职业工作人员所受年有效剂量为 0.21mSv/a ; 又根据医院提供的资料,本项目 3 台 DSA 共配备 44 名工作人员,其中 31 名医师,10 名护士,3 名技师,除技师外,其他人员进入介入手术室进行介入操作,这 44 名工作人员只操作这 3 台设备,则 DSA 控制室工作人员全年有效剂量最大为 0.21mSv/a ; 满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002)中要求对的工作人员连续 5 年年平均有效剂量 (20mSv) 和本

次评价提出的年剂量约束值（5mSv）。

对于介入室内操作人员，根据医院提供的资料，双C开机时间非常少，且双C开机时相应的透视时间会减少，本次采用西安第三医院的西门子Artis Q biplane型DSA的验收监测数据进行类比分析（附件6）。本项目使用的3台DSA，其管电压最大都为125kV，管电流最大都为1000mA，本次类比的西安第三医院的西门子Artis Q biplane型DSA为双C，管电压最大为125kV，管电流最大为1000mA，具有可类比性，根据西安第三医院的西门子Artis Q biplane型DSA的检测结果见表11-6。

表11-6 西安市第三医院DSA 监测结果

名称	检测位置	X、 γ 辐射剂量率(μ Sv/h)
		透视
第一手术位	手术室操作位（手，无屏蔽）	183-185
	手术室操作位（身体、隔铅帘、隔铅服）	3.31-3.65

注：透视电压81.5kV，管电流249.5mA。

根据表 11-7 的监测数据，双 C 在只开一个球管时，在无任何防护的情况下，第一手术位所受的辐射剂量率最大为 185 μ Sv/h；在 0.5mmPb 铅帘、0.5mmPb 铅服的防护下，第一手术位所受的辐射剂量率最大为 3.65 μ Sv/h。本项目 3 台 DSA 共计 6000 台手术，透视时间为 3000h，在不考虑轮换的状态下，DSA 介入手术室内第一手术位所受的年有效剂量为辐射工作人员年有效剂量由公式（11-5）进行估算：

$$E_{\text{外}}=0.5H_{\text{W}}+0.025H_{\text{N}} \quad (11-5)$$

式中： $E_{\text{外}}$ —有效剂量 E 中的外照射分量，mSv；

H_{W} —铅围裙内腰部附近佩戴的个人剂量计测得的 $H_{\text{P}}(10)$ ，mSv；本项目取铅围裙内空气比释动能率 3.65 μ Sv/h，计算可得辐射工作人员铅围裙内年有效剂量 H_{W} 为 10.95mSv；

H_{N} —铅围裙外颈部附近佩戴的个人剂量计测得的 $H_{\text{P}}(10)$ ，mSv；本项目取在无任何防护的情况下，第一手术位所受的辐射剂量率最大为 185 μ Sv/h，计算可得辐射工作人员铅围裙外年有效剂量 H_{N} 为 555mSv。

由上可计算得到在不考虑轮换的情况下，第一手术位辐射工作人员年有效剂量约为 19.35mSv。

根据医院提供的资料，本项目配备的 44 名工作人员中除 3 名技师外全部进行 DSA 介入操作，其中医生 31 人，护士 10 人，放射性工作人员实行轮班制，第一手术位辐射工作人员年有效剂量约为 19.35mSv；根据实际情况，第二手术位距离手术床比第一手术

位源，则第二手术位年有效剂量比第一手术位低；为保障放射性工作人员的健康，满足本项目工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，本项目 DSA 运行过程中，医院应严格执行相关制度，严格控制放射性工作人员工作时间。对 DSA 放射性工作人员的影响主要分为采集和透视两部分，放射性工作人员每台手术采集时放射工作人员所受剂量为 0.105 μ Sv，透视时受到的剂量为 3.225 μ Sv，因此本项目 DSA 每位放射性工作人员每年最多工作量不超过 1500 台手术。

(2) 公众有效剂量估算

根据影像中心楼二层平面布局图可知，影像中心楼二层就是 3 台 DSA 及 1 台 ERCP 的机房及其配套用房。本项目共有 3 个 DSA 机房，并排布置，每台每年 2000 台手术，三台 DSA 每年共计手术 6000 台，同时开展工作，则公众有效剂量估算结果如下：

表 11-7 机房周围公众人员所受年有效剂量

点位	点位描述	q	T (h)	H _R (μ Gy/h)		H _w (μ Sv/a)		总剂量 (mSv/a)
1	DSA机房北侧过道	1/8	167	采集	0.59	采集	12.32	0.05
			1000	透视	9.53×10^{-5}	透视	0.01	
			167	采集	1.30	采集	27.14	
			1000	透视	2.11×10^{-4}	透视	0.21	
			167	采集	0.59	采集	12.32	
			1000	透视	9.53×10^{-5}	透视	0.01	
2	三楼技术员办公室 (DSA2楼上)	1	167	采集	0.54	采集	90.18	0.09
			1000	透视	8.60×10^{-5}	透视	0.09	
3	三楼技术员值班室 (DSA2楼上)	1	167	采集	0.54	采集	90.18	0.09
			1000	透视	8.60×10^{-5}	透视	0.09	
4	三楼办公室 (DSA1楼上)	1	167	采集	0.27	采集	45.09	0.05
			1000	透视	7.33×10^{-4}	透视	0.73	
5	三楼机修办 (DSA3楼上)	1	167	采集	0.27	采集	45.09	0.05
			1000	透视	7.33×10^{-4}	透视	0.73	
6	一楼机房 (DSA1楼下)	1/4	167	采集	1.14	采集	47.60	0.05
			1000	透视	3.66×10^{-4}	透视	0.09	
7	一楼操作间 (DSA2楼下)	1/4	167	采集	2.28	采集	95.19	0.10
			1000	透视	7.33×10^{-4}	透视	0.73	
8	一楼大厅 (DSA2楼下)	1/4	167	采集	2.28	采集	95.19	0.10
			1000	透视	7.33×10^{-4}	透视	0.73	
9	一楼机房 (DSA3楼下)	1/4	167	采集	1.14	采集	47.60	0.05
			1000	透视	3.66×10^{-4}	透视	0.09	
10	二楼无菌库	1/4	167	采集	0.49	采集	20.46	0.05
			1000	透视	7.92×10^{-5}	透视	0.02	
			167	采集	0.68	采集	28.39	
			1000	透视	1.10×10^{-4}	透视	0.03	

11	二楼设备间 (DSA2机房西侧)	1/4	167	采集	0.49	采集	20.46	0.05
			1000	透视	7.92×10^{-5}	透视	0.02	
			167	采集	0.68	采集	28.39	
			1000	透视	1.10×10^{-4}	透视	0.03	
12	二楼设备间 (DSA2机房南侧)	1/4	167	采集	1.46	采集	60.96	0.06
			1000	透视	2.34×10^{-4}	透视	0.06	
13	二楼空调机房2	1/8	167	采集	0.72	采集	15.03	0.02
			1000	透视	1.14×10^{-4}	透视	0.01	

由表 11-7 可知，公众人员能到达位置及周边保护目标所受年有效剂量不超过本项目设置的公众人员辐射剂量 0.25mSv/a 的约束值。

事故风险评价及应急预案

1. 风险识别

结合项目工艺流程，事故风险主要来自于设备工作状态环节。其潜在的危害因素主要有：屏蔽厚度不能满足辐射安全需求，造成工作人员和公众受照；DSA 装置不能正常关机；监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等防护设施不完善或失灵，导致人员误入射线装置室内而受照；工作人员不按要求佩戴个人防护用品，造成超剂量照射。

2. 风险评价

上述风险如发生，可能导致以下潜在辐射危害。

(1) 介入治疗室防护墙、门及窗等发生破损，不能满足辐射安全需要，在此情况下，可使得工作人员控制室、屋顶外、地板下及周围相邻房间和室外环境辐射水平较高，因而造成工作人员和公众受到照射。由于误入人员不会处在有用线束范围内，其受照剂量较低，不至于导致急性放射病的发生。

(2) DSA 装置不能正常关机，可导致工作人员和误入的公众成员受到照射。

(3) 监视器、工作状态指示灯、电离辐射警示标志等防护设施不完善或失灵，导致工作人员和公众误入导管室而受到照射。由于误入人员不会处在有用射束范围内，其受照剂量较低，不至于导致急性放射病的发生。

(4) 工作人员不按要求佩戴个人防护用品，可使工作人员受到超剂量照射。

3. 风险管理

本项目风险防范管理如下：

(1) 配备了必要监测仪器，对工作场所实施必要的监测，及时发现使用过程中可能射线的泄露；

(2) 射线装置设计有紧急停止按钮，医院应定期进行射线装置维修和维护，及时发现问题；

(3) 定期进行门灯联动装置、工作指示灯检查，防止人员误入；定期对监视器、工作状态指示灯等进行检修。

(4) 制定了 DSA 的安全操作规程，加强人员辐射安全防护知识培训；配备必要的铅衣、铅围脖及铅帘等防护用品。

十二、辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院辐射安全防护管理机构应切实根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等国家相关监管法律法规要求开展辐射安全管理工作；并依据陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）相关规定要求，对辐射工作人员及辐射工作场所进行科学化、规范化管理。

医院辐射安全管理现状

1 管理机构

为保证项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》以及《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）的要求，医院成立了以主管院长为组长，相关科室负责人等为组员的辐射防护与安全管理机构小组，主要职责如下：

- （1）组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度。
- （2）定期组织对放射诊疗设备和工作场所进行性能、防护的检测，督促落实相关部门做好放射诊疗工作人员、患者的辐射防护措施。
- （3）组织本院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。
- （4）制定辐射事件应急预案并组织演练。

2 相关制度

西安交通大学医学院第一附属医院严格遵守相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（1）医院已按照相关法规标准等建立了完善的规章制度，包括《辐射事故应急预案》、《西安交通大学医学院第一附属医院放射安全和防护管理制度》、《放射性同位素与射线装置放射安全和防护管理工作职责》、《全国核技术利用单位申报系统管理信息具体信息档案管理措施》等，并严格按照规章制度执行。

（2）为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了辐射防护安全和环境保护管

理小组，明确了辐射防护责任，并加强了对放射性同位素与射线装置的监督和管理。

(3) 医院从事辐射工作的工作人员（包括本项目所有工作人员）均进行了培训，接受了辐射防护安全知识和法律法规教育并取得证书，持证上岗。

(4) 辐射工作期间，辐射工作人员均佩带有个人剂量计，接受剂量监测，并建立了剂量健康档案并存档。

(5) 放射工作人员每两年进行一次体检并建立个人健康档案。

(6) 医院放射性工作场所均设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作指示灯。

3.本次设备还应采取的措施

本项目建成后，针对本次核技术利用建设项目，提出如下要求：

(1) 将本次新增设备纳入医院辐射安全管理工作中，从事辐射工作的工作人员按要求定期进行复训，同时应为辐射工作人员建立完善的个人剂量档案和职业健康档案。

(2) 环评报批后，医院需及时向相关主管部门申请变更辐射安全许可证，并更改副本内容。

(3) 若后期新增放射性工作人员，放射性工作人员上岗前均应进行健康体检；且则新增人员均应进行培训，并取得培训合格证，持证上岗；之后至少每两年进行一次职业健康体检。

辐射监测

1 已有项目的辐射监测开展情况

(1) 验收监测：医院对已运行项目委托监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行了验收监测，完善了验收手续。

(2) 常规监测：医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线机房的各面屏蔽墙、观察窗和防护门等，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。

(3) 辐射工作人员佩戴个人剂量计上岗，并每季度进行检测。

(4) 医院已配备X- γ 辐射监测仪等监测仪器，定期对医院各辐射工作场所进行自行监测，监测数据存档保存。

2 此次项目辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）等的要求，医院针对本项目制定相应的辐射监测计划，本

项目具体辐射监测计划见表12-2。

表12-1 辐射监测计划

序号	监测区域及点位	监测内容	监测频次	备注
1	DSA 机房周围环境巡测；	X-γ剂量率	每月自检 1 次，每年由有资质单位监测一次	
2	DSA 机房周围人员可达区域布点监测，包括四面墙体、顶棚、与机房相连通的门、观察窗等，距机房和防护门等的距离为 30cm，放射性工作人员操作位，机房线缆口；	X-γ剂量率	每月自检 1 次，每年由有资质单位监测一次	
3	辐射工作人员个人剂量计；	个人剂量	由有资质单位，每 3 个月监测一次	
4	辐射工作场所；	警示标识、状态指示灯、门灯联锁、急停装置、报警装置	每次工作之前进行检查	

辐射事故应急

本项目使用的DSA属Ⅱ类射线装置，根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）要求，医院应结合本单位实际情况，制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练，并报所在地县级环境保护行政主管部门备案。西安交通大学医学院第一附属医院已制定了完善的辐射事故应急预案，主要包括以下内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。满足《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）的要求。

发生辐射事故时，西安交通大学医学院第一附属医院将当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门、公安部门和卫生部门报告。

医院运行至今，未发生放射性事故。但本项目运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并记录；
- (2) 医院应定期修改完善应急预案等相关规章制度；

环境保护投资与“三同时”环保验收一览表

1 环境保护投资

本项目总投资 900 万元，计划环保工程投资 50.1 万元，占项目总投资的 5.57%，主要用于警示标牌、报警装置、防护用品等。环保投资一览表见表 12-2。

表12-2 环保投资一览表

序号	名称	铅当量	数量	价格(万元)
1	医用铅防护帽	0.50mmPb	15个	2
2	医用铅围脖	0.50mmPb	44个	5
3	医用铅防护衣	0.50mmPb	15套	10
4	铅眼镜	0.50mmPb	10个	3
5	铅防护帘	0.50mmPb	5个	2
6	移动铅屏风	0.50mmPb	4个	3
7	介入手套	0.025 mmPb	10个	1.2
8	机械通风系统	/	3个	0.6
9	工作状态指示灯	/	3个	0.1
10	紧急停机按钮	/	6个	0.3
11	环评费		/	5.9
12	验收费		/	5.0
13	监测仪器		1个	10
14	其他	/	/	2
合计				50.1

2 “三同时”环保验收一览表

该项目“三同时”措施一览表如表12-4。

表12-4 “三同时”环保验收一览表

序号	验收内容	验收方式	效果和环境预期目标
1	控制及日常辐射监测	配备有 X-γ辐射剂量率仪, 并建立有日常监测记录;	掌握辐射环境状况、保护人员免受不必要的辐射。
2	DSA 机房防护状况	在正常工况下监测射线装置机房周围环境辐射剂量率, 个人剂量监测报告完整、连续;	机房外表面 30cm 处剂量当量控制率不大于 2.5uSv/h; 年有效剂量: 辐射工作人员 5mSv, 公众人员 0.25mSv;
3	防护用品	0.50mmPb 医用铅防护帽 15 个、医用铅围脖 44 个、医用铅防护衣 15 套、0.50mmPb 铅眼镜 10 个, 0.50mmPb 铅防护帘 4 个, 0.50mmPb 移动铅屏风 4 个, 0.025mmPb 介入手套 10 套;	确保放射性工作人员及患者安全
4	辐射环境管理	严格辐射环境管理制度, 并做好执行记录;	确保辐射环境管理制度贯彻落实, 保障人员安全
5	个人剂量档案及健康档案	检查辐射工作人员个人剂量档案和健康档案完整、连续, 个人剂量超标人员和疑似放射性疾病人员的调查、复检及处置结果;	确保放射性工作人员安全
6	培训	所有辐射人员都取得从业资格, 并定期进行培训, 持证上岗;	确保放射性工作人员安全意识
7	安全措施	现场检查	机房门口警告警示标志、状态指示灯、门灯联锁装置、急停装置、报警设施、通风设施等装置

8	健全规章制度	制定辐射工作设备操作规程；辐射设备维护、维修制度；辐射防护和安全保卫制度；人员培训制度；辐射人员岗位职责；辐射工作场所监测制度；辐射事故应急预案等规章制度等；	保障项目污染防治措施正常运行
---	--------	---	----------------

十三、结论与建议

结论

1.西安交通大学医学院第一附属医院为提高放射诊疗水平，拟对医院现有医学影像中心楼二层整体进行改造，设置3个DSA机房并新增三台DSA，DSA的使用在为病人开展诊疗活动的同时也为医院创造了更大的经济效益，具有明显的社会效益，因此西安交通大学医学院第一附属医院射线装置核技术利用建设项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的要求。

2.本项目包括3台DSA，位于西安交通大学医学院第一附属医院医学影像楼二层，三间DSA机房均位于影像楼二层南侧，影像楼二层主要就是DSA房机、ERCP机房和其工作配套的附属用房，主要为医院DSA及ERCP工作人员和患者。从满足安全治疗和辐射安全与防护的角度来看，在装置运行时，可有效减少受辐射的人群，更有利于科室射线装置管理。西安交通大学医学院第一附属医院拟增的数字减影血管造影系统（DSA），选址和布局基本满足相关标准要求。

3.环境影响评价结论

（1）经计算分析，本项目DSA机房外辐射水平最大为 $2.28\mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制目标。

（2）DSA介入手术运行对操作台人员个人年有效剂量贡献值为 0.21mSv/a ，根据医院提供的资料，本项目配备的44名工作人员中除3名技师外全部进行DSA介入操作，放射性工作人员实行轮班制，为保障放射性工作人员的健康，满足本项目工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，本项目DSA每位放射性工作人员每年最多工作量不超过1500台手术；DSA介入手术对周围公众人员最大有效剂量不超过 0.10mSv/a ，均小于本次评价的医护人员年有效剂量控制目标（ 0.25mSv ）。

4.所有放射性工作人员均参加了生态环境部门认可的单位组织的辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。

本项目DSA机房已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，根据环评预测，本项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，本项目是可行的。项目建成运行后，医院应及时检定个人剂量计，防止放射性工作人员年有效剂量超标。

建议和承诺

建议单位认真做好以下几项工作：

1. 西安交通大学医学院第一附属医院射线装置核技术利用建设项目必须在环评审批通过，医院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，并编制验收报告，验收合格并取得辐射安全许可才能正式投入使用。

2. 严格执行设计及本报告提出的各项辐射防护要求。

3. 不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患，加强放射性工作人员的核与辐射安全知识培训，增强医护人员个人防护意识，最大限度的降低放射诊疗作业造成的有效剂量。

4. 按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号）相关规定要求，规范管理与操作，建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改，竣工验收时同时达到标准化指标要求。

十四、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