

表 1 项目基本情况

建设项目名称		石泉县医院新增 DSA 射线装置项目			
建设单位		石泉县医院			
法人代表	马玉霞	联系人	黄开军	联系电话	0915-6311551
注册地址		石泉县城关镇向阳路西段十二组			
项目建设地点		陕西省安康市石泉县医院 1 号住院一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	300	项目环保投资 (万元)	34	投资比例（环 保投资/总投 资）	11.33%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	41
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	/		
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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					
一、项目背景					
1、医院介绍					
<p>石泉县医院是一所综合性公立医院，创建于 1947 年，占地面积 2838m²，建筑总面积 6441m²，业务用房面积 5744m²。是本县唯一的一所公立二级甲等综合医院，目前在职职工 482 名，其中专业卫生技术人员 400 名。全院占地总面积 35 亩，建筑总面积 34600m²，核定编制病床 330 张，ICU 重症监护室设病床 7 张，实际开放床位 450 多张，科室齐全，设有临床、医疗、医技科室 30 多个，石泉县医院位于石泉县城关镇向阳路西段十二组，交通便利，便于周边居民就医，地理位置图见图 1-1。</p>					
2、项目由来					
<p>随着城市发展，医院现有设施已经无法满足城区居民的医疗需求，为改善医疗服务条件，为满足不同人群的就医需求，加强医院的技术力量，石泉县医院在 1 号住院楼一层新建 1 间导管室，使用 1 台 Optima IGS 330 型数字减影血管造影 X 线机，属于 II 类射线装置。</p>					
<p>根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中</p>					

《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，石泉县医院新增 DSA 射线装置项目需进行环境影响评价，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（国家环保部第 44 号令，2017 年 9 月 1 日实施），本项目为“五十、核与辐射—191、核技术利用建设项目—制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。

为此，石泉县医院于 2020 年 5 月委托我公司对该项目开展环境影响评价工作。接受委托后，我公司立即组织技术人员进行现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成《石泉县医院新增 DSA 射线装置项目环境影响报告表》。

二、项目概况

1、建设规模

根据医院的总体规划，拟在 1 号住院楼一层建设 1 间导管室，使用 1 台 Optima IGS 330 型数字减影血管造影 X 线机，根据《射线装置分类》公告，本项目设备属于 II 类射线装置。本项目机房由药房改造后使用，不存在原有污染和环境遗留问题，目前处于机房正在进行主体工程改造阶段。

DSA 设备及导管室的具体情况见表 1-2。

表 1-2 本项目导管室具体情况一览表

设备	设备参数	导管室防护情况			导管室及辅助工程
		位置	具体防护	铅当量	
数字减影血管造影 X 线机 Optima IGS 330	额定管电压 125kV； 额定管电流 1000mA	四周墙体	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	4.0mm	导管室净尺寸： 6.4m（长）×6.4m （宽）×3.6m （高）； 控制室：6m ² ； 设备间：7m ² ； 缓冲室：7.5m ²
		屋顶	150mm 混凝土+3mm 铅板	5.0mm	
		地板	地下为土层	/	
		工作人员 进出门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
		通道门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
		患者进出 门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
观察窗	15mm 铅玻璃	3.0mmPb			

注：① 铅密度：11.35g/cm³；砖密度：1.65g/cm³；混凝土密度 2.35g/cm³。

② 不同屏蔽物质铅当量厚度参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）附录 D 表 D.6、D.7。

2、工作人员及工作制度

根据建设单位提供的资料，导管室拟配备放射科操作医师 1 名，介入治疗医师 2 名，护士 2 名，本项目配备的人员从医院现有辐射工作人员中调配。据《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》（公告 2019 年 第 57 号），应组织新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，参加生态环境部培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。上岗前进行职业健康检查。导管室建成后，预计医院 DSA 设备每年最多手术 500 人次。

三、项目选址及周边环境概况

1、医院周边环境关系

石泉县医院北侧为向阳路、东侧为县医院家属区；南侧为水岸郡城小区及滨江大道；西侧为街边商铺及 210 国道，医院周边环境关系图见图 1-2。

2、项目所在建筑物周边环境关系

本项目导管室位于 1 号住院楼，1 号住院楼北侧为院内空地、门诊综合楼，东侧为院内空地、餐厅，南侧为水岸郡城小区空地，西侧为院内空地、感染科楼及消毒供应室。医院平面布置及本项目评价范围示意图见图 1-3。

3、导管室周边环境关系

导管室位于 1 号住院楼一层，导管室楼上为库房及医生办公室，地下为土层，东北侧为控制室、缓冲间，西北侧为淋浴室、设备间、污物通道，西南侧为医院大厅走廊，东南侧为患者通道（走廊）、住院出纳及合疗医保办公室，导管室周边关系图见图 1-4。

四、核技术利用现状

石泉县医院现有 CT 机（美国 GE 四排螺旋 CT 机）、拍片机（日本日立 DR 拍片机）、透视胃肠机（北京万东透视胃肠机）、小 C 型臂 X 射线机（PLX112B）、牙片机（RAY68/DS630）等设备均为 III 类射线装置，已履行了环评手续。

石泉县医院已取得辐射安全许可证，许可证编号为：陕环辐证（80007），医院法定代表人已变更，拟与本项目 II 类射线装置同时变更辐射安全许可证。医院现有核技术利用项目情况见表 1-1。

表 1-1 石泉县医院核技术利用项目环保执行情况一览表

项目名称	设备名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	使用位置
石泉县 医院	CT 机	美国 GE 四排螺旋 CT 机	150	800	门诊一楼 影像科
	拍片机	日本日立 DR 拍片机	125	500	门诊一楼 影像科
	透视胃肠机	北京万东透视胃肠机	125	500	门诊一楼 影像科
	小 C 型臂 X 射 线机	PLX112B	100	100	门诊一楼 影像科
	牙片机	RAY68/DS630	70	10	门诊一楼 影像科

五、现有辐射工作人员培训及个人防护情况

石泉县人民医院已成立辐射安全领导小组，负责整个医院的放射防护工作与安全管理，并根据《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以及《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工作项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29 号）相关要求制定相关的辐射安全管理规章制度。

石泉县医院现有放射科工作人员均参加了陕西省生态环境厅辐射安全与防护培训班学习和考核，并取得了培训合格证；辐射工作人员已进行职业健康体检，并建立了健康档案；医院已配备铅衣、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅围脖等个人防护用品，并配备个人剂量计；现有辐射工作人员个人剂量计定期送检，并建立了较为健全的个人剂量档案。

医院尚未配备辐射环境监测仪器用于现有核技术利用项目工作场所及其周围环境辐射剂量率的监测。



图 1-1 地理位置

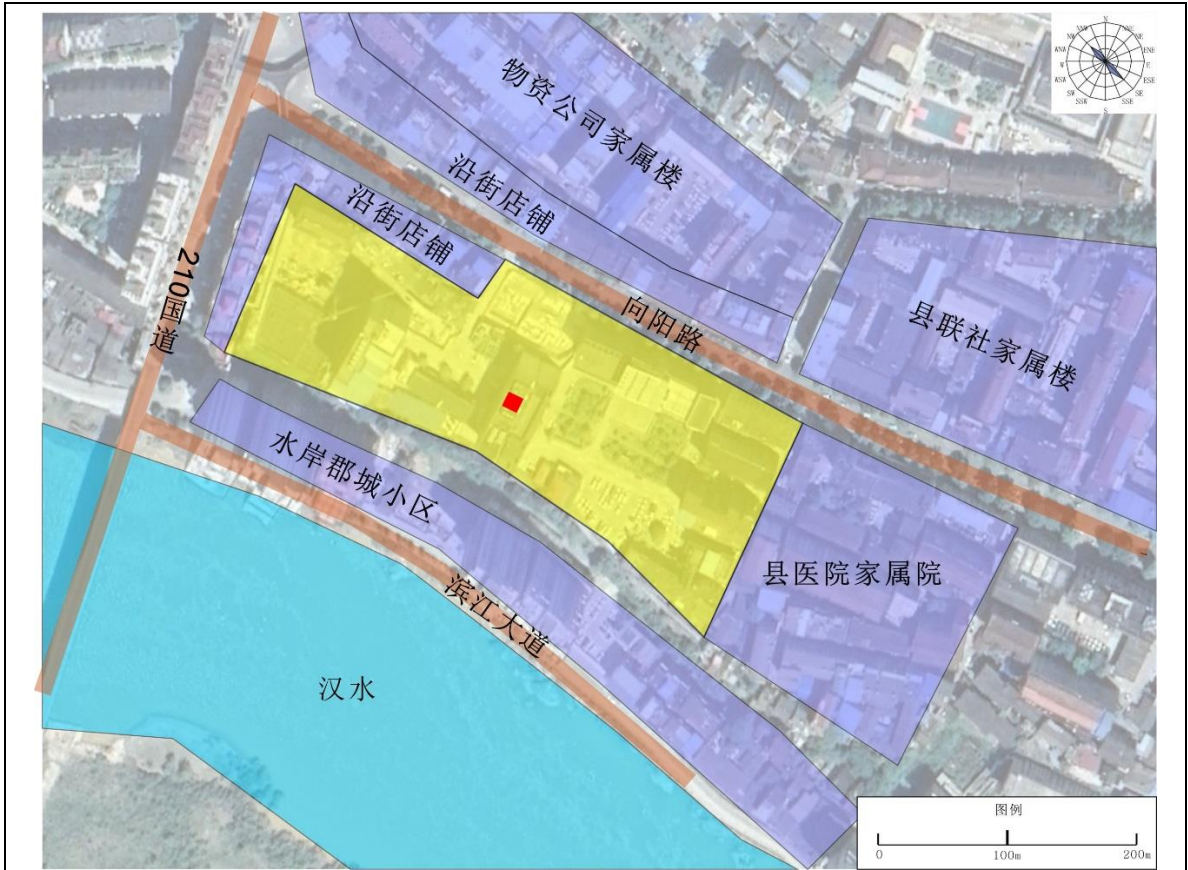


图 1-2 医院周边环境关系图

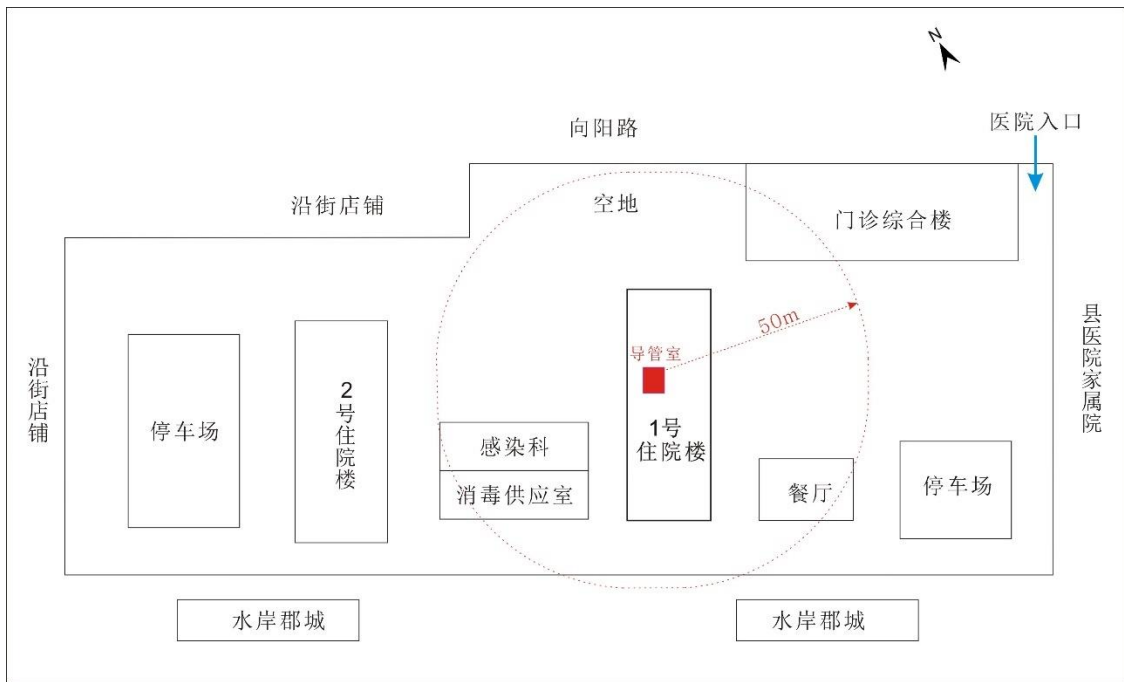


图 1-3 医院平面布置及评价范围图

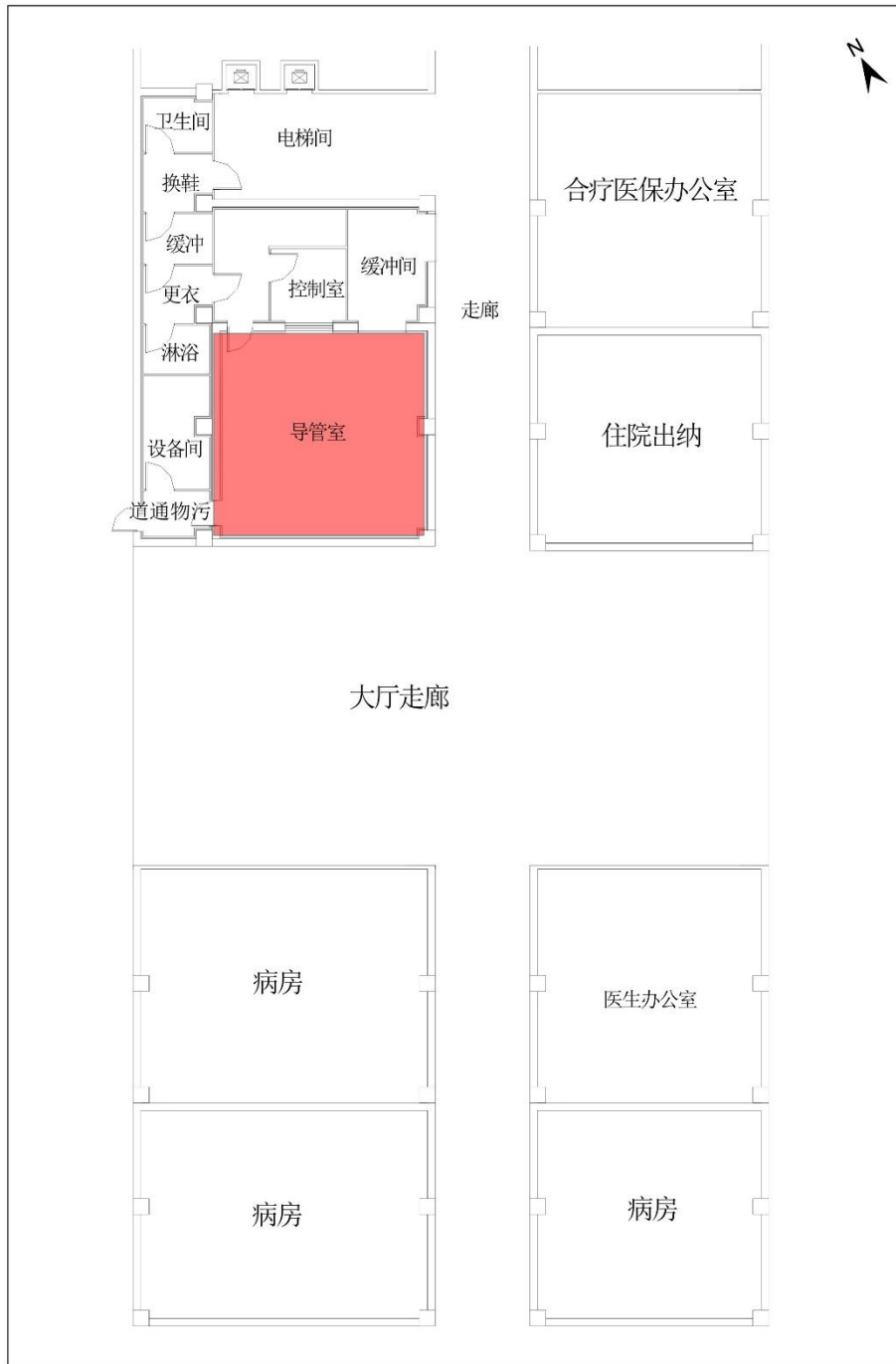


图 1-4 导管室周边关系图

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	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(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	数字减影血管造影 X 线机	II 类	1 台	Optima IGS 330	125	1000	诊断、介入治疗	1 号住院楼一层导管室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 01 月 01 日实施);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 19 日修订);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日实施);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令, 2017 年 10 月 1 日起实施);</p> <p>(5) 《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, 2005 年 12 月 1 日实施, 国务院关于修改部分行政法规的决定, 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施);</p> <p>(7) 《射线装置分类》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 6 日);</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(国家环保部第 44 号令, 2017 年 9 月 1 日实施);</p> <p>(9) 《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, 2006 年 9 月 26 日实施);</p> <p>(10) 《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》(根据国家环保部第五次部务会议关于修改部分规章的决定, 2017 年 12 月 20 日修正);</p> <p>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》(2019 年修正), 2019 年 11 月 06 日发布;</p> <p>(12) 《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 号文)。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013);</p> <p>(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>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p>
其他	<p>(1) 石泉县医院新增 DSA 射线装置项目环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 建设单位、设计单位提供的相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>本项目新增使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，确定本项目评价范围为导管室周围 50m 区域，评价范围见图 1-3。</p>					
主要环境保护目标					
<p>本项目保护目标分为职业照射人群及公众人群，职业照射人群为射线装置操作的医护人员，公众人群为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。详见图 1-2 及表 7-1。</p>					
表 7-1 主要环境保护目标					
保护对象	位置	人数	保护目标类型	距离	控制目标
职业人员	导管室	4 人	介入医生、护士	/	年有效剂量不大于 5mSv
	控制室	1 人	操作医生	4m	
公众	东北侧电梯间及楼外空地	/	患者、陪同家属	3.5~50m	年有效剂量不大于 0.25mSv
	西北侧淋浴、更衣、缓冲、换鞋区	2~3 人	其他医护人员	4~8m	
	西北侧楼外空地	/	流动人员	6~50m	
	西南侧大厅走廊	/	流动人员	3.6~7m	
	西南侧医生办公室	约 4 人	其他医护人员	9m	
	西南侧病房及楼外空地	10~12 人	患者、陪同家属及流动人员	7~50m	
	东南侧走廊、住院出纳及合疗医保办公室	4~5 人	其他医护人员、患者、陪同家属	3.8~20m	
楼上库房及医生办公室	3~4 人	其他医护人员	4.5m		

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

(1) 适用范围

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。剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30% 的范围之内。

(2) 剂量限值和表面污染控制水平

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：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限值）。

② 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算值不应超过下述限值：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限值）。

2、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

(1) 适用范围

本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

(2) X 射线设备机房防护要求

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。

② 每台 X 射线机（不含移动式和便携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 7-2 要求。

表 7-2 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
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

^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。

③ X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

b) 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 D。

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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

d) 带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

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监测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；其余各种类型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 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。

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；不得堆放与该设备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。

⑦ 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

⑧ 患者和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。

⑨ 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、患者和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防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低 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 。

⑩ 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护屏、床侧防护帘 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。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理位置和场所位置

1、医院地理位置

石泉县医院位于安康市石泉县城关镇向阳路。医院地理位置见图 1-1。

2、场所位置

本项目位于石泉县医院 1 号住院楼一层。本项目在医院内位置见图 1-3。

二、环境质量现状

1、项目以及监测点位

(1)监测因子：X、 γ 辐射剂量率。

(2)监测点位：新增射线装置核技术利用应用项目拟建场所。

2、监测使用仪器及监测方法

监测仪器详情见表 8-1。

表 8-1 X、 γ 辐射监测仪器

仪器名称	便携式 γ 剂量率仪		
仪器型号	FD-3013H	仪器编号	XAZC-YQ-003
检定单位	上海市计量测试技术研究院	检定证书号	2019H21-20-1916676001
有效期至	2019.7.29~2020.7.28	量程	0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/h
监测规范	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93) 《环境监测用 X、 γ 辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》(EJ/T 984-95)		

3、质量保证措施

监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 等监测方法，实施全过程质量控制。

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (2) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- (3) 所用监测仪器全部经过计量部门检定并在有效期内；
- (4) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (5) 监测数据严格实行审核制度。

4、环境质量现状监测结果及分析

导管室 X、 γ 辐射剂量率现状监测数据见表 8-2，监测布点图见 8-1

表 8-2 新增射线装置核技术应用项目 X、 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述	X、 γ 辐射辐射率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
		测值范围	均值
1	东北墙外（操作间）巡测	0.08~0.10	0.09
2	东南墙外（走廊）巡测	0.12~0.15	0.13
3	西南墙外（过道）巡测	0.11~0.14	0.13
4	西北墙外（设备间）巡测	0.07~0.10	0.09
5	DSA 机房内区域巡测	0.08~0.10	0.09
6	患者进出通道巡测	0.08~0.10	0.09
7	医生进出通道巡测	0.08~0.10	0.09
8	楼上（医生办公室）	0.09~0.11	0.10
9	楼上（库房）	0.10~0.12	0.11
10	室外草坪（辐射环境背景）	0.07~0.10	0.08
11	室内空地（辐射环境背景）	0.07~0.10	0.08

注：未扣除仪器对宇宙射线影响值

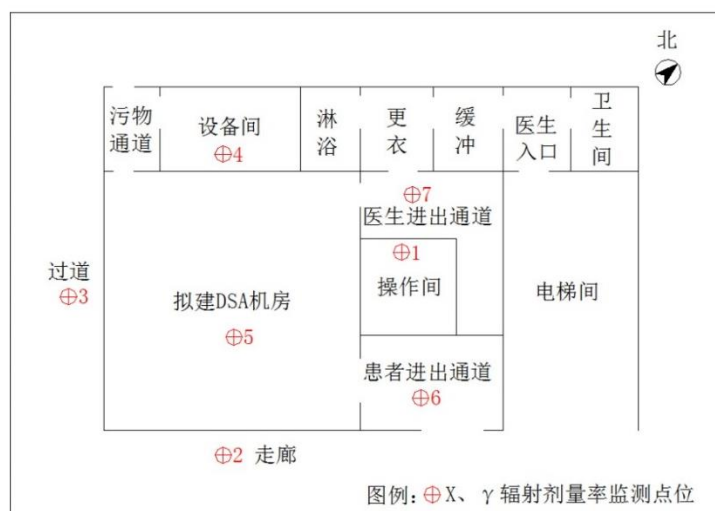


图 8-1 导管室监测点位示意图

根据监测结果可得，经现场监测，石泉县医院室外草地 X、 γ 辐射剂量率（辐射环境背景）测量值范围为 $(0.07\sim 0.10)\mu\text{Gy/h}$ ，即 $(70\sim 100)\text{nGy/h}$ ；室内空地 X、 γ 辐射剂量率（辐射环境背景）测量值范围为 $(0.07\sim 0.10)\mu\text{Gy/h}$ ，即 $(70\sim 100)\text{nGy/h}$ 。

石泉县医院新增射线装置核技术应用项目拟建场所各监测点位 X、 γ 辐射剂量率测量值范围为 $(0.07\sim 0.15)\mu\text{Gy/h}$ ，即 $(70\sim 150)\text{nGy/h}$ 。

参照《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究环境》中“安康市原野 γ 辐射剂量率为 $(37.0\sim 149.0)\text{nGy/h}$ 、室内 γ 辐射剂量率为 $(62.0\sim 141.0)\text{nGy/h}$ ”。经比较，本项目拟建场所辐射环境现状监测结果属于天然辐射环境本底波动水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、DSA 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过数字减影血管造影 X 线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、设备组成

DSA 因整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由五部分组成：X 射线发射系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。数字减影血管造影（DSA）是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术，是应用计算机程序两次成像完成的。常见血管造影机外观见图 9-1。

本项目导管室拟采用美国 GE 公司的 Optima IGS 330 型数字减影血管造影 X 线机，根据产品说明书，主要组成部分为：机架系统（C 型臂）、导管床系统、X 线发生系统、球管系统、数字化平板探测器、透视与采集、主机系统工作站、显示器吊架及医疗专用黑白单色图像显示器、原厂后处理工作站等。

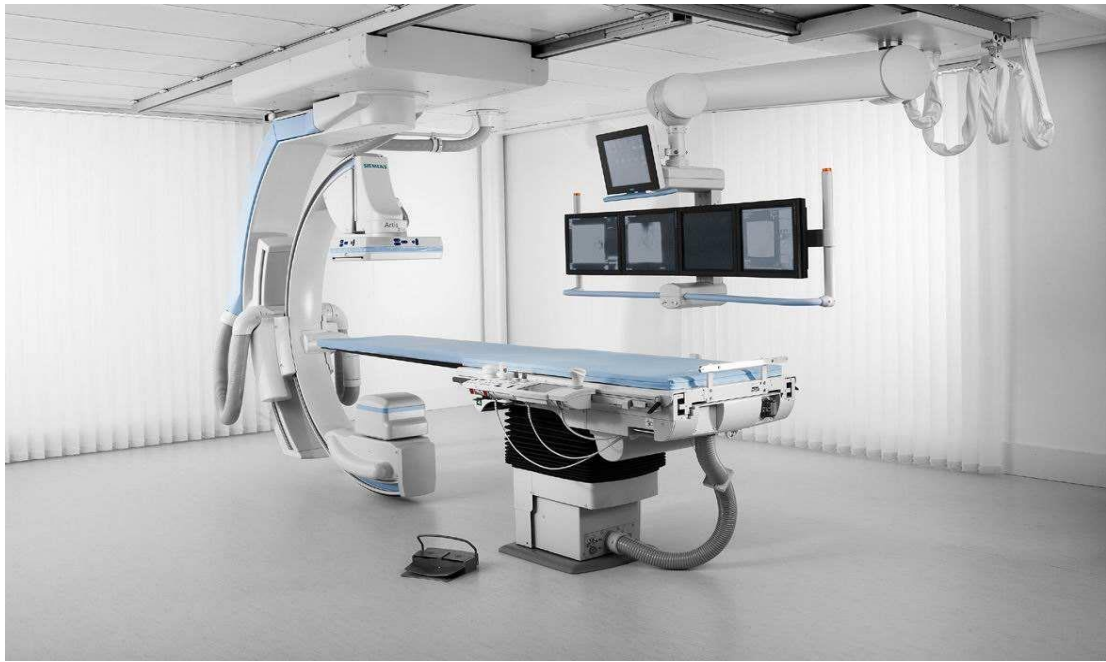


图 9-1 血管造影仪（DSA）典型设备图示

3、操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 介入治疗时在进行曝光时分为两种情况：采集、透视

医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，此时操作医师位于铅吊屏后身着铅服、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作，治疗时会进行透视操作，此时护士处于移动铅屏后方，治疗必要时会进行采集曝光，此时由操作人员采取隔室操作的方式，介入医生与护士处于移动铅屏后，采集结束后再进行后续操作。

4、污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，项目污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

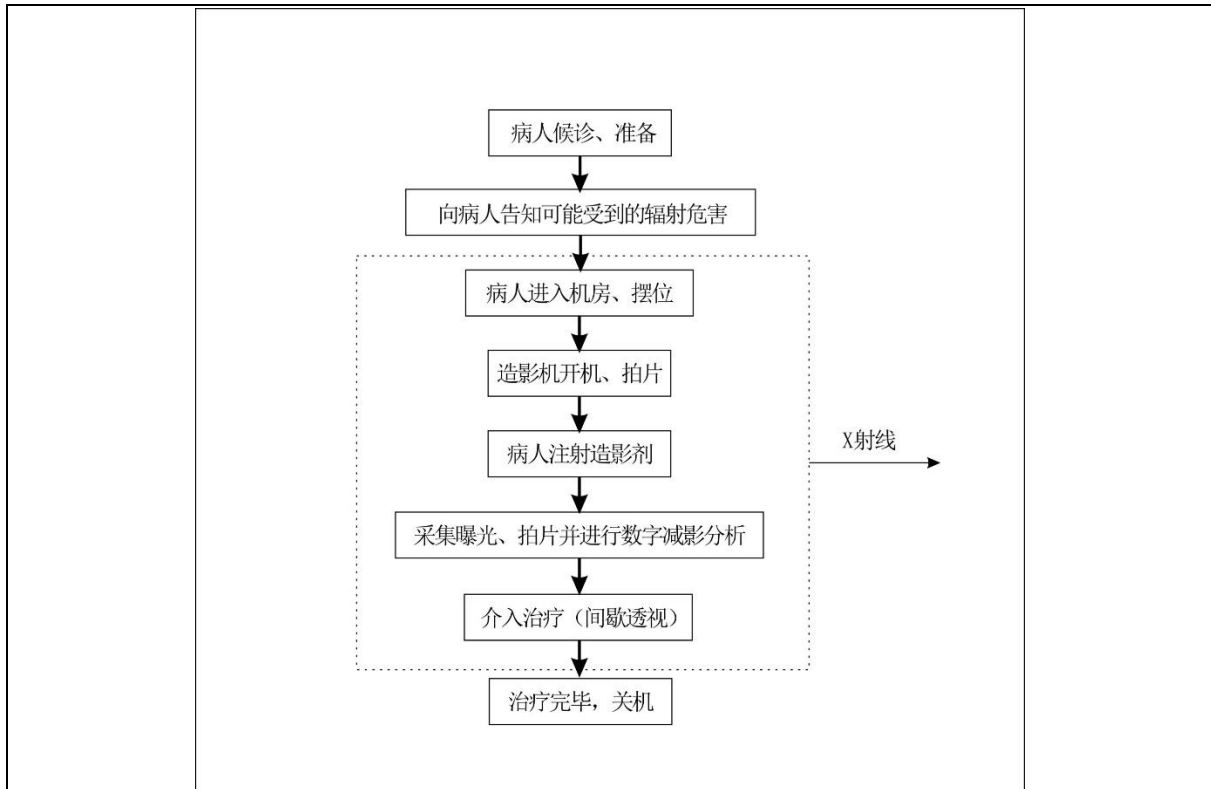


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

污染源项描述

1、正常工况下污染途径

本项目数字减影血管造影 X 线机开机时发出 X 射线，X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对控制室职业人员及机房周围公众人员产生外照射影响；在介入手术过程中，对导管室内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。

此外，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，本项目东北角及西南角机房拟安装通排风系统，通风量约 1500m³/h，可满足机房通风换气要求。

2、事故工况下污染途径

本项目射线装置属于 II 类射线装置，运行过程中可能发生的一般辐射安全事故如下：

① 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

② 人员在防护门关闭后未撤离导管室，射线装置开始运行，对其造成额外误照

射。

③ 安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的导管室造成额外误照射。

④ 医生在导管室内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制台处操作人员误开机出束，对机房内医生造成额外误照射。

⑤ 设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成额外误照射。

⑥ 医生未穿戴防护用品进入导管室，或未配置合格的防护用品，使得医生受到较高剂量的附加照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，辐射工作场所应分为控制区及监督区，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，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。本项目位于 1 号住院楼一层，根据导管室的具体布局，将导管室各防护门内的所有区域划分为控制区，导管室周边的控制室、设备间、缓冲室等划分为监督区，分区图见图 10-1。

本项目导管室通过防护门与其他诊疗区隔离，严禁无关人员进入；介入治疗室设置有电离辐射警示标识及工作状态指示灯；患者设有专门的出入口，减少了对周围人员的干扰。评价分析认为 DSA 辐射工作场所分区划分较合理。

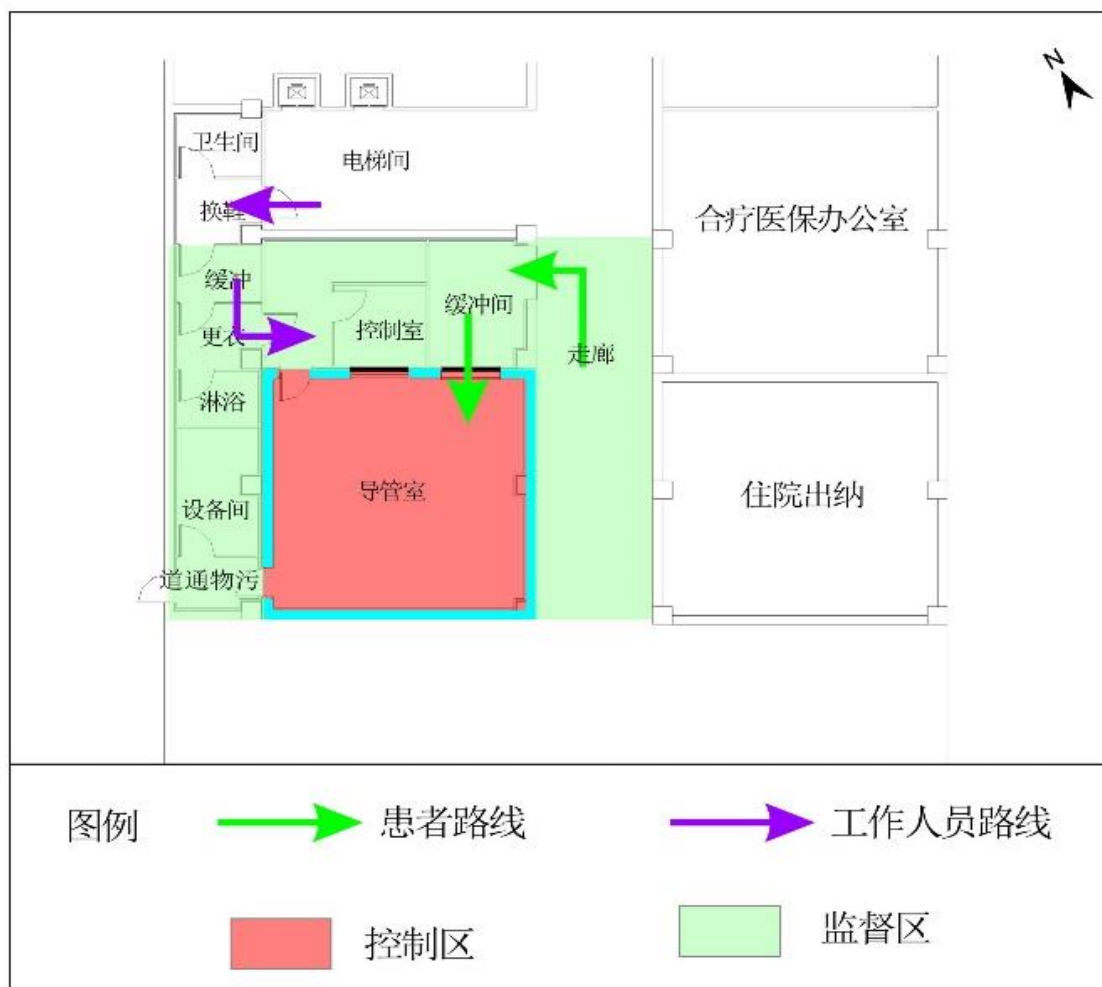


图 10-1 DSA 工作场所分区管理示意图

2、辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 装置最大管电压为 125kV，管电流为 1000mA。

导管室采取实体屏蔽，屏蔽设计见图 10-2：

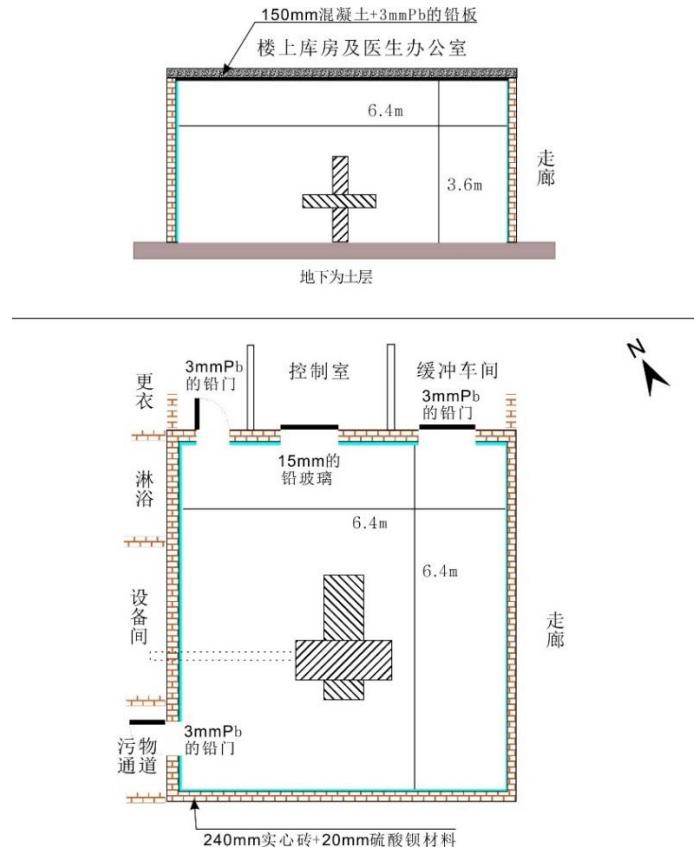


图 10-2 导管室防护设计图

导管室的屏蔽状况见表 10-1。

表 10-1 导管室尺寸及屏蔽参数一览表

设备	设备参数	导管室防护情况			导管室及辅助工程
		位置	具体防护	铅当量	
数字减影血管造影 X 线机 Optima IGS 330	额定管电压 125kV; 额定管电流 1250mA	四周墙体	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	4.0mmPb	导管室净尺寸： 6.4m（长）×6.4m （宽）×3.6m （高） 控制室：6m ² ； 设备间：7 m ² ； 缓冲室：7.5m ²
		屋顶	150mm 混凝土+3mm 铅板	5.0mmPb	
		地板	地下为土层	/	
		工作人员 进出门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
		通道门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
		患者进出 门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
		观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0mmPb	

注：① 铅密度：11.35g/cm³；砖密度：1.65 g/cm³；混凝土密度 2.35 g/cm³。

② 不同屏蔽物质铅当量厚度参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）附录 D 表 D.6、D.7。

本项目导管室净尺寸及防护设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-

2013) 的相关规定: 机房内最小有效使用面积>20m², 机房内最小单边长度>3.5m; 有用线束方向铅当量2mm, 非有用线束方向铅当量2mm。

3、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据现场调查, 石泉县医院现有5台III类射线装置, 医院的辐射安全管理已基本按《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工作项目表>的通知》(陕环办发〔2018〕29号)要求进行建设; 本次评价要求根据陕环办发〔2018〕29号建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度, 指定专人负责系统使用和维护, 确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。本次新建1间导管室, 使用1台Optima IGS 330型数字减影血管造影X线机, 应根据陕环办发〔2018〕29号要求进行标准化建设。

表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表(二)—辐射安全管理部分

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

续表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容	管理要求	有	无
制度建立与执行	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	√	
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	√	
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）	√	
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	√	
	建立监测环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	√	
应急管理	结合本单位实际制定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	√	
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：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	√	

表 10-5 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（四）
辐射安全防护措施部分（医疗类）摘要

项目	具体要求
医用 X 射线诊断	布局 每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求 机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物
	通风 机房设置动力排风装置，并保持良好的通风
	标志及指示灯 机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯
	防护性能 机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能
	辐射安全与联锁 机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、铅屏风、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽、铅护颈等。

医院尚未配备辐射环境监测仪器用于现有核技术利用项目工作场所及其周围环境辐射剂量率的监测。

三废的治理

本项目血管造影机在运行过程中，X射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置产生的有害气体相对较少，不产生放射性“三废”。机房安装通排风系统进行通风换气，风量约 1500m³/h，可满足运行时的通风要求，对周围环境影响极小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目导管室位于 1 号住院楼一层，建设时将产生施工噪声、粉尘、废水和少量建筑垃圾污染，主要影响对象为单位员工和周围公众，施工时对环境会产生如下影响。

1、施工废气

本项目在建设施工期将产生粉尘，本项目施工均在室内进行，因此废气影响仅局限在施工现场。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湿度。采取上述措施后扬尘会得到有效控制，对周围环境影响很小。

2、废水

项目施工期间，有少量建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理回用；施工人员产生的生活污染依托医院现有污水处理设施处理达标后排入市政污水管网，对周围水环境影响很小。

3、噪声

在建筑施工阶段，将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，严禁夜间进行强噪声作业，使噪声对周围人群影响降到最小程度。

4、固体废物

建筑垃圾主要是一些废气钢材料、砖块及混凝土结块等，分类收集后堆放于指定地点，其中可再利用部分回收出售给废品站，不可再利用的部分清运到建筑垃圾填埋场，严禁随意丢弃。施工期生活垃圾经集中收集后，由环卫部门处理，通过上述措施后，项目施工期产生的固废均得到合理妥善的处置，处置率 100%，对环境影响较小。

建设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内局部区域，对周围环境影响较小。

本项目在建设或安装过程不产生 X 射线，不会对周围辐射环境产生影响。

射线装置安装调试会产生 X 射线，但时间很短，辐射影响很小。安装调试由厂商进行，建设单位不得执行拆卸、安装设备。安装调试期间，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体到位，在机房周围设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，在人员离开机房并保证周围的视频监控正常运行情况下进行调试。安装调试结束后，项目建设阶段影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

1、机房防护设计

本项目导管室采用 OPTIMA IGS 330 型数字减影血管造影 X 线机，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA。机房净尺寸：6.4m（长）×6.4m（宽）×3.6m（高），满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的相关规定：机房内最小有效使用面积 >20m²，机房内最小单边长度 >3.5m。

导管室防护设计情况见下表。由表可知，导管室的防护设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。

表 11-1 导管室防护设计一览表

项目	屏蔽设计	计算铅当量 (mm)	标准
四周墙体	240mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	4.0mm	《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。
屋顶	150mm 混凝土+3mm 铅板	5.0mm	
地板	地下为土层，未做防护	/	
工作人员进出门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
通道门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
患者进出门	3mm 铅板防护门	3.0mmPb	
观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0mmPb	

注：① 铅密度：11.35g/cm³；砖密度：1.65g/cm³；混凝土密度 2.35g/cm³。
② 不同屏蔽物质铅当量厚度参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）附录 D 表 D.6、D.7。

2、工作量

本项目射线装置包括透视和采集两种工作模式，根据医院提供的信息，本项目正常运行后，本项目设备一年最多进行 500 次手术，每次手术开机平均照射时间包括：透视 10min、采集 2min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间如下。

表 11-2 不同工作模式下的预计开机时间

工作模式	每次照射时间	年最大工作量	年开机时间
透视	10min	500 台手术	83.3h
采集	2min	500 台手术	16.7h

3、各关注点剂量率估算

本项目 DSA 设备采取最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 30%的余量，即管电

压控制在 90kV 以下。由于未能获取设备设计资料，根据《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》(YYT0740-2009) 的规定，透视工况时，管电压和管电流的任意组合下，入射皮肤表面的比释动能率不超过 100mGy/min。根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中的规定，介入放射学用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置，由此可知，最小焦皮距 SID 为 20cm，据此估算，DSA 在透视工况下，距离靶点 1m 的最大剂量率为 $2.40E+05\mu\text{Gy/h}$ ，采集状态下，管电流约为透视工况的 50 倍，距离靶点 1m 处的最大剂量率为 $1.20E+07\mu\text{Gy/h}$ 。

本项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响。一般射线泄露、散射率按 0.1% 估算。本项目各关注点分布示意简图如下。

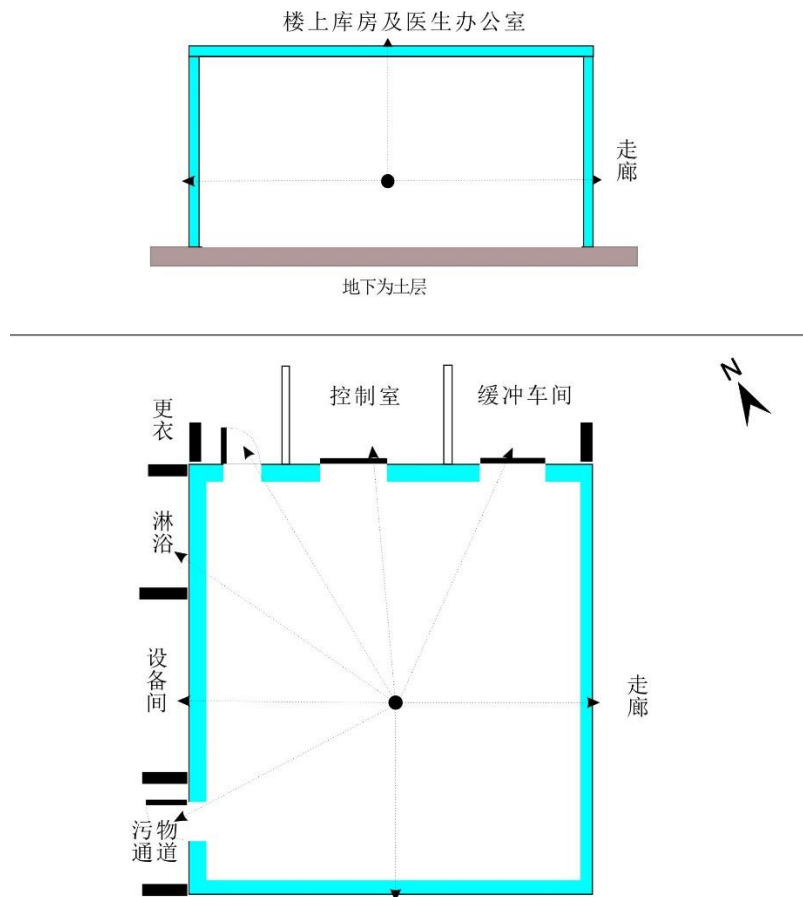


图 11-1 导管室关注点分布简图

(1) 估算方法

① 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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D 计算。计算结果见表 11-3。

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

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

式中：H_L——距源点 R (m) 处的剂量率，μGy/h；

f——设备射线泄漏率，取 0.1%；

H₀——离靶 1m 处的剂量率，μGy/h；

d——计算点距源点的距离，m；

B——透射因子；

X——铅厚度，mm；

α、β、γ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-3。

表 11-3 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
90kV	铅	3.067	18.83	0.7726

注：α、β、γ 取值参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D

② 散射辐射剂量率

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：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H——关注点处的患者散射剂量率，μSv/h；

H₀——距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

α——患者对 X 射线的散射比，取 0.0015 (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；

d₀——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——屏蔽透射因子，按式 11-2 计算。

③ 人员受到的附加年有效剂量可由式 11-4 计算得到。

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

式中：H_w——年受照剂量；

H_R——计算点附加剂量率，μSv/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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A 中的表 A.1，控制室、办公室全居留取 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) 各关注点附加剂量率估算结果

本项目导管室防护门、观察窗、四周墙壁、房顶各关注点（采集状态下介入医生与护士位于铅屏风后）的剂量率估算如下：

表 11-4 各关注点泄露辐射剂量率估算结果

位置描述		距离 R (m)	机房防护设计铅当量 X (mm)	透射因子 B	透视状态剂量率 (μSv/h)	采集状态剂量率 (μSv/h)
东北侧	缓冲间	4.3	3.0	7.93E-06	1.03E-04	5.15E-03
东北侧	控制室	4.0	3.0	7.93E-06	1.19E-04	5.95E-03
东北侧	防护门	4.3	3.0	7.93E-06	1.03E-04	5.15E-03
西北侧	淋浴间	4.0	4.0	3.69E-07	5.54E-06	2.77E-04
西北侧	设备间	3.8	4.0	3.69E-07	6.14E-06	3.07E-04
西北侧	污物通道	4.0	3.0	7.93E-06	1.19E-04	5.95E-03
西南侧	大厅走廊	3.6	4.0	3.69E-07	6.84E-06	3.42E-04
东南侧	患者走廊	3.8	4.0	3.69E-07	6.14E-06	3.07E-04
楼上	库房、医生办公室	4.5	5.00	1.72E-08	2.04E-07	1.02E-05
医生操作位	(铅衣+铅帘)	0.5	1.0	4.08E-03	3.91E+00	/
护士操作位	(铅衣+铅帘+铅屏风)	2.5	3.0	7.93E-06	3.05E-04	1.52E-02

表 11-5 各关注点散射辐射剂量率估算结果

位置描述		距离 R (m)	机房防护设计铅当量 X (mm)	透射因子 B	透视状态剂量率 (μSv/h)	采集状态剂量率 (μSv/h)
东北侧	缓冲间	4.3	3.0	7.93E-06	4.29E-04	2.15E-02
东北侧	控制室	4.0	3.0	7.93E-06	4.96E-04	2.48E-02
东北侧	防护门	4.3	3.0	7.93E-06	4.29E-04	2.15E-02
西北侧	淋浴间	4.0	4.0	3.69E-07	2.31E-05	1.15E-03
西北侧	设备间	3.8	4.0	3.69E-07	2.56E-05	1.28E-03
西北侧	污物通道	4.0	3.0	7.93E-06	4.96E-04	2.48E-02
西南侧	大厅走廊	3.6	4.0	3.69E-07	2.85E-05	1.42E-03
东南侧	患者走廊	3.8	4.0	3.69E-07	2.56E-05	1.28E-03
楼上	库房、医生办公室	4.5	5.00	1.72E-08	8.49E-07	4.24E-05
医生操作位	(铅衣+铅帘)	1.0	1.0	4.08E-03	1.63E+01	/
护士操作位	(铅衣+铅帘+铅屏风)	2.5	3.0	7.93E-06	1.27E-03	6.35E-02

表 11-6 各关注点处总附加剂量率估算结果

位置描述		透视状态剂量率 (μSv/h)			采集剂量率 (μSv/h)		
		泄露	散射	合计	泄露	散射	合计
东北侧	缓冲间	1.03E-04	4.29E-04	5.32E-04	5.15E-03	2.15E-02	2.66E-02
东北侧	控制室	1.19E-04	4.96E-04	6.15E-04	5.95E-03	2.48E-02	3.07E-02
东北侧	防护门	1.03E-04	4.29E-04	5.32E-04	5.15E-03	2.15E-02	2.66E-02
西北侧	淋浴间	5.54E-06	2.31E-05	2.86E-05	2.77E-04	1.15E-03	1.43E-03
西北侧	设备间	6.14E-06	2.56E-05	3.17E-05	3.07E-04	1.28E-03	1.58E-03
西北侧	污物通道	1.19E-04	4.96E-04	6.15E-04	5.95E-03	2.48E-02	3.07E-02
西南侧	大厅走廊	6.84E-06	2.85E-05	3.53E-05	3.42E-04	1.42E-03	1.77E-03
东南侧	患者走廊	6.14E-06	2.56E-05	3.17E-05	3.07E-04	1.28E-03	1.58E-03
楼上	库房、医生办公室	2.04E-07	8.49E-07	1.05E-06	1.02E-05	4.24E-05	5.26E-05
医生操作位	(铅衣+铅帘)	3.91E+00	1.63E+01	2.02E+01	/	/	/
护士操作位	(铅衣+铅帘+铅屏风)	3.05E-04	1.27E-03	1.57E-03	1.52E-02	6.35E-02	7.87E-02

由以上计算结果可知，本项目正常运行情况下，机房周围各关注点处的附加剂量率在 1.05E-06~3.07E-02μSv/h 之间，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率控制水平 2.5μSv/h。

4、职业人员及公众年有效剂量估算

根据上文计算结果，估算运行期职业人员及公众的年有效剂量，结果见下表。

表 11-13 导管室工作人员及公众的年有效剂量估算结果

人员	位置	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	受照时间 (h)	年有效剂量率 (mSv)	
工作人员	介入医生	透视	2.02E+01	1	83.3	1.69	
		采集	7.87E-02		16.7		
	介入护士	透视	1.57E-03		83.3	1.45E-03	
		采集	7.87E-02		16.7		
	控制室	透视	6.15E-04		83.3	5.65E-04	
		采集	3.07E-02		16.7		
公众	缓冲间	透视	3.11E-05	1/8	83.3	6.11E-05	
		采集	8.64E-04		16.7		
	东北侧防护门	透视	9.05E-04		83.3	6.11E-05	
		采集	2.52E-02		16.7		
	西北侧淋浴间	透视	1.68E-03		83.3	3.28E-06	
		采集	4.68E-02		16.7		
	西北侧设备间	透视	2.99E-03		83.3	3.64E-06	
		采集	8.31E-02		16.7		
	西北侧污物通道	透视	2.01E-05		83.3	7.06E-05	
		采集	5.59E-02		16.7		
	西南侧大厅走廊	透视	2.01E-05		1/4	83.3	8.11E-06
		采集	5.59E-02			16.7	
	东南侧患者走廊	透视	2.01E-05		83.3	7.28E-06	
		采集	5.59E-02		16.7		
楼上库房、医生办公室	透视	2.01E-05	1	83.3	9.66E-07		
	采集	5.59E-02		16.7			

由上表可知，本项目控制室工作人员的年附加有效剂量为 $5.65\text{E-}04\text{mSv}$ ，公众年附加有效剂量为 mSv ，均满足《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，也低于本报告提出的工作人员约束限值 5mSv/a 和公众约束限值 0.25 mSv/a 。

导管室内介入医生受到的年附加有效剂量约 1.69mSv/a ，介入护士受到的年附加有效剂量约为 0.00145mSv/a ，本项目 DSA 设备拟配备 2 名介入治疗医师，2 名护士，即 2 组轮换，轮换后每组人员医生所受的年附加有效剂量为 0.845mSv/a ，护士受到的年附加有效剂量约为 0.00073mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002), 也满足本次环评提出的剂量约束限值。事实上, 上述计算是偏保守的, 忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用, 此外本项目 DSA 设备配备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施, 可实时显示剂量率、调节运行档位, 因此实际本项目血管造影机在正常运行情况下, 医护人员受到的年附加剂量率小于理论计算数值。

4、大气环境影响分析

本项目使用 DSA 设备, 污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线, 根据河北省邯郸市卫生防疫站关于《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》中, 以各 X 射线工作机房为调查点, 同时选择 20 间自然通风的普通房间作为对照, 根据调查结果显示, 透视机房调查组中臭氧浓度为 $0.059\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度为 $0.042\text{mg}/\text{m}^3$, 对照组中臭氧浓度为 $0.031\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度为 $0.024\text{mg}/\text{m}^3$, 透视机房内污染物浓度远低于国家卫生标准, 但高于对照组, 根据调查对比, 面积大、通风条件好的工作场所, 测定结果较低。因此本项目曝光时产生臭氧量较少, 机房内拟安装通、排风系统, 排风口位于屋顶中部, 排风量为 $1500\text{m}^3/\text{h}$, 可有效减少工作场所中臭氧和氮氧化物浓度, 对周围环境影响较小。

事故影响分析

1、事故工况

DSA 射线装置诊断检查时, 可能发生的事故风险主要是医疗设备及其安全装置遭到破坏而产生放射辐射事故, 从而对医护人员、患者以及公众造成不利影响。其次是射线装置在管理上出问题。

2、事故情况下剂量分析

本次评价假设 DSA 设备发生事故, 公众误入导管室, 在无任何屏蔽措施的情况下, 受到透视和采集时的 X 射线照射, 剂量率透视取 $2.40\text{E}+05\mu\text{Gy}/\text{h}$, 采集取 $1.20\text{E}+07\mu\text{Gy}/\text{h}$, 则在透视情况下距离设备 1m 处 1 秒受到的剂量为 0.067mGy , 采集情况 1 秒受到的剂量为 3.33mGy 。即事故情况下, 透视约 3.73s、采集 0.075s 后公众受到的剂量率将高于 0.25mSv 的公众年有效剂量约束值。

因此, 工作人员平时必须严格执行各项管理制度, 严格遵守设备的操作规程, 进行辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品, 并定期检查机房的防护性能, 及有关的安全警示标志是否正常工作, 避免无关人员误入正在使用 X 射线装置的手术室。

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，医院需做好以下预防措施：

(1) 定期对导管室的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

(2) 针对单位使用 X 射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作室醒目位置）。医护人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

(4) 加强辐射工作人员的管理，DSA 开机前，必须确保无关人员全部撤离后方可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免医护人员和公众受到意外辐射。

(5) X 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。

(6) 导管室门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(7) 辐射应急管理机构应对医院内的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

3、事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

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

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正

措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(6) 对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报环保部门和卫生部门。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用放射源的，使用 II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

石泉县医院已按照上述要求，以红头文件形式成立辐射安全领导小组，负责整个医院的放射防护工作与安全管理，其组成名单如下：

组 长：影像科主管业务院长

副组长：影像科主任

成 员：预防保健科主任、影像科副主任、设备科长、总务科长

放射防护管理领导小组职责：

1、在院长及分管院长的领导下，根据国家相关法律法规政策，制定我院的放射防护管理工作计划、规章制度，组织实施并进行督促检查及考核总结。

2、做好国家放射卫生防护法规的宣传，提高我院放射工作人员放射卫生防护意识及法制观念。

3、明确放射防护监督工作人员的职责，建立完善放射工作管理档案。

4、定期对医院射线装置、放射源的放射卫生防护情况进行监测检查。

5、对医院新建、改建、扩建有关放射防护工程进行前期可行性研究，并报批省卫生厅、省环保局。

6、负责对本院放射工作人员个人剂量监测及放射人员健康查体情况进行监督检查。

7、组织医院放射工作人员接受放射防护法规、专业技术知识培训。

8、制定并落实放射事故预防措施与应急预案，如发生放射性医疗事故，应及时按有关规定逐级上报。

9、对加强和完善本院的放射防护工作提出合理化建议。

10、负责医院废弃放射源及放射性医疗垃圾处理的监管工作。

辐射安全管理规章制度

1、辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求以及《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工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）相关要求，医院已制定相关的辐射安全管理规章制度，明确各岗位职责。主要规章应有：

- 1、石泉县医院X线辐射防护管理制度
- 2、操作规程
- 3、岗位职责
- 4、安全保卫制度
- 5、设备检修维护制度
- 6、人员培训制度
- 7、台帐制度管理
- 8、石泉县医院放射人员健康管理制
- 9、放射性设备检测方案
- 10、放射防护档案管理制度
- 11、放射事件应急处理预案

医院还应根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）建立健全《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》，在制定和完善上述管理文件的同时，应加强工作人员的操作技能、法律法规和安全防护培训，进一步培养和

提高工作人员的专业技术水平和安全防护素质。

2、人员培训

本项目 DSA 设备拟配备操作医师 1 名、介入治疗医师 2 名、护士 2 名，本项目 DSA 设备拟配备操作医师 1 名、介入治疗医师 2 名、护士 2 名，本项目配备的人员从医院现有辐射工作人员中调配，根据《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》（公告 2019 年 第 57 号）的相关要求，应组织新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，参加生态环境部培训平台学习报名并通过考核后方可上岗。

3、健康管理

按照国家关于健康管理的规定，医院已为导管室辐射工作人员配备了辐射防护用品，详见表12-1。

表12-1 导管室拟配备的个人防护设备

名称	单位	数量
铅衣	套	5
铅帽	个	5
铅围脖	个	5
铅眼镜	副	3
铅短裤	个	5
铅裙子	个	5
铅屏风	个	1

医院应进一步落实如下防护管理措施：为导管室工作人员配备个人剂量报警仪；对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；对辐射工作人员进行个人剂量监测，定期进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

辐射监测

1、监测仪器配置

石泉县医院拟配备 1 台 X- γ 辐射空气比释动能率仪，用于本项目导管室及其周围环境辐射剂量率的监测；

2、个人剂量监测

本项目不新增放射工作人员，医院内部调配，调配的人员中均已配备个人剂量计，个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度。为所有辐射工作人员建立个人剂量档案，个人剂量委托有资质单位进行定期监测，每季度 1 次。

3、射线装置工作场所监测计划

(1) 管理监测

医院应委托有辐射环境监测资质的机构，对正常工况下医院本项目辐射工作场所每年进行 1 次的监测。

(1) 日常监测

配备一台 X- γ 辐射剂量率仪，制定日常监测制度，院方每季度对所有射线装置机房防护门及缝隙处，控制室、观察窗等以及机房四周屏蔽墙外（包括楼上区域）

进行辐射监测，并建立监测数据档案。

4、项目环保投资估算

本项目总计投资 300 万元，其中环保投资 34 万元，占总投资的 11.33%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，环境管理、环境监测等。环保投资见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资估算表

实施时段	类别	污染源	污染防治措施或设施	费用	资金来源	责任主体
施工期	固体废物	生活垃圾	统一纳入医院生活垃圾清运系统	—	建设单位环保专项资金	施工单位
运营期	辐射防护措施	X 射线	机房防护	30	建设单位环保专项资金	建设单位
			防护门连锁系统			
			警示装置			
			急停装置			
	控制台急停按钮等					
	NO _x 、O ₃	排风系统				
	个人防护用品	X 射线	X-γ 辐射剂量率仪	2.0		
环境管理	完善环境管理制度			0.5		
环境监测	工作场所定期监测			2.0		
	个人剂量定期监测			0.5		
总投资（万元）				34	—	

4、竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-4。

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施
1	辐射安全管理	参照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》-辐射安全管理部分，完善相关防护制度及规范。
2	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目公众成员个人年剂量约束值取 0.25mSv/a，职业照射年有效剂量管理约束值取 5mSv/a。验收按照以上标准执行。 根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），机房外各关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。
3	辐射安全防护措施	机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗、管线口位置；不得堆放与该设备诊断无关的杂物
		机房设置动力排风装置，并保持良好通风
		机房外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯
		机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门穿合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能
4	监测设备及个人防护	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动
		配备 1 台 X、γ 辐射空气比释动能率仪，每年检定 1 次，应定期对本项目工作场所进行监测，记录监测数据并归档 辐射工作人员应参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格，并经过所从事专业技术培训并取得从业资格后方可上岗；每名工作人员需配备个人剂量计，定期送检并归档

辐射事故应急

1、应急组织与职责

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射诊疗管理规定》的要求，医院应成立放射防护管理机构，并明确小组成员的职责。放射防护管理机构负责放射事故的应急处置以及日常工作中的放射防护管理。

2、应急预案

医院已制定《石泉县医院辐射事故应急响应预案》。应急预案主要包括：

- ①应急机构的设置与职责；
- ②应急响应程序
- ③紧急响应措施
- ④条件保障等。

医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》和《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的〈陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表〉的通知》（陕环办发〔2018〕29号）标准化建设要求，补充可能发生的辐射事故及危害程度分析等内容，完善医院辐射事故应急预案。

3、应急预案执行情况

根据现场调查，石泉县医院运行至今尚未发生放射性相关事故，未启动过改应急预案。

一旦发生辐射事故，医院立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门，同时上报环保、卫生部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

一、结论

1、项目概况

石泉县医院拟在 1 号住院楼一层建设 1 间导管室，新增使用 1 台 Optima IGS 330 型数字减影血管造影 X 线机，本项目机房由药房改造后使用，不存在原有污染和环境遗留问题，目前处于机房正在进行主体工程改造阶段。

本项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院整体医疗水平的提高具有积极的意义；该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

2、本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于石泉县医院 1 号住院楼一层，周边 50m 范围内不涉及居民区等敏感点，导管室位置较独立，与其他诊疗区通过防护门等隔离，严禁无关人员进入，项目运营期通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，本评价认为其选址和平面布置是合理的。

3、工程所在地区环境质量现状

本项目位于安康市石泉县，根据西安志诚辐射环境检测有限公司 2020 年 5 月监测结果，项目拟建区域 X、 γ 辐射剂量率在（0.07~0.15） $\mu\text{Gy/h}$ 之间，属于正常环境本底水平。

4、环境影响评价

本项目导管室净尺寸及防护设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的相关规定：机房内最小有效使用面积 $>20\text{m}^2$ ，机房内最小单边长度 $>3.5\text{m}$ ；有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。

经估算分析可知：

① 本项目 DSA 在正常工况下，机房周围各关注点的附加剂量率在 $1.05\text{E}-06\sim 3.07\text{E}-02\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

② 本项目控制室工作人员的年附加有效剂量约为 $5.65\text{E}-04\text{mSv}$ ，低于 5mSv 的剂量约束值；公众年附加有效剂量为 $9.66\text{E}-07\sim 7.06\text{E}-05\text{mSv}$ ，低于 0.25mSv 的剂量约束值。

③ 本项目导管室内医护人员的年附加有效剂量为 0.00073~0.845mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 也满足本次环评提出的剂量约束限值, 实际运行中, 医护人员受到的年附加剂量率将远小于理论计算数值。

因此, 本项目导管室的屏蔽设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的相关要求。拟采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求。

5、辐射安全管理

医院已成立辐射安全领导小组, 制定相关辐射安全和环境管理制度, 做好人员培训及健康管理, 建立个人剂量档案和健康档案。对新建的导管室, 应按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中的相关要求, 配备医生、受检者个人防护用具。

6、项目环保可行性结论

综上所述, 石泉县医院在严格执行国家相关法律、法规及相关标准的要求, 切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议后, 该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内。从环境保护和辐射防护角度分析, 该项目是可行的。

建议和承诺

1、项目竣工后建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序, 对本项目配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告, 经验收合格后方可投入运行。

2、项目建成运行后, 应严格执行辐射环境监测制度, 每年应对医院射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估, 并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

3、医院应加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育, 提高其自身安全防护意识, 防止事故发生。

4、医院应根据相关规定配备医生、受检者个人防护用品, 对于铅衣等防护用品按要求摆放。每年至少自行检查两次, 若发现有老化、断裂或损伤的防护用品, 应立即更换新的防护用品。

5、医院应加强从事介入工作人员的辐射安全培训工作, 强调在进行介入手术

时，医护人员必须穿戴防护用品，并制定相关工作制度。

6、不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。

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