

核技术利用建设项目

汉滨区第二医院新增数字减影血管造影

机（DSA）核技术利用项目

环境影响报告表

汉滨区第二医院

二〇一九年五月

环境保护部监制

核技术利用项目公示使用
仅供汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）

核技术利用建设项目

汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目 环境影响报告表

建设单位名称：汉滨区第二医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：陕西省安康市汉滨区恒口镇中心街 63 号

邮政编码：725021

联系人：王富贵

电子邮箱：1193839911@qq.com

联系电话：18909153839

核技术利用项目公示使用

汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

表 1 项目基本情况

建设项目名称		汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目				
建设单位		汉滨区第二医院				
法人代表	马明宝	联系人	王富贵	联系电话	18909153839	
注册地址		陕西省安康市汉滨区恒口镇中心街 66 号				
项目建设地点		汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	420	项目环保投资(万元)	40	投资比例（环保投资/总投资）	9.52%	
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)	350.6
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	/					
<p>项目概述</p> <p>一、项目背景</p> <p>1、医院介绍</p> <p>汉滨区第二医院位于安康市恒口镇中心街，集医疗、预防、保健、教学为一体的二级甲等综合医院，是国际爱婴医院、汉滨区新型农村合作医疗和城镇居民医保定点医疗机构，是汉滨区西部急救中心和汉滨区西部孕产妇急救中心，承担着辖区 40 余万人口的医疗服务和社区康复任务。医院占地面积 21980m²，现有医疗用房 40195m²，开设病房 400 张。设有心内、神内、消化内科、肾病内科、普外、骨科、妇科、产科、儿科、心神儿科、急诊科、ICU、五官科、病理科、检验科、超声科、放射科、磁共振室等 36 个临床和医技科室。全院现有医务人员 439 人，医技人员 385 人，占全院职工总数的 88%。影像科有 12 人，其中拥有大型医疗设备上岗证 3 人，本科学历 8 人、中级职称 2 人。医院拥有先进数字 X 线影像系统（DR）、全身</p>						

螺旋多排 CT、1.5T 超导磁共振、进口电子胃镜、全自动生化分析仪、C 型臂、进口四维彩超、鼻窦镜以及呼吸机、麻醉机等万元以上设备 220 余台（件），可开展颅脑、胸、腹、泌尿、骨关节、脊柱、子宫等三类手术。

汉滨区第二医院地理位置见图 1-1，医院周边环境关系见图 1-2。

2、项目由来

心脑血管疾病、肿瘤已成为严重影响居民健康的一个重要因素，而介入治疗已成为治疗这类疾病的主要手段。汉滨区第二医院为加快现代化进程，促进医院各学科发展，提高医院的医疗水平，满足不同人群的就医需求，推动医院整体发展，拟在门诊大楼 2 楼东侧建设 DSA 机房 1 座，新增数字减影血管造影机（DSA）1 台，以开展介入治疗工作。

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《中华人民共和国放射性污染防治法》，汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及其修改单中“五十、核与辐射”、“191、核技术利用建设项目”中“生产放射性同位素的（制备 PET 用放射性药物的除外）；使用 I 类放射源的（医疗使用的除外）；销售（含建造）、使用 I 类射线装置的；甲级非密封放射性物质工作场所”应编制环境影响报告书，“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”，应编制环境影响报告表。本项目拟新增的数字减影血管造影机（DSA）属于 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。

为此，汉滨区第二医院于 2019 年 4 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踏勘，收集、整理有关资料，对项目的建设等情况进行初步分析，并根据项目的应用类型及项目所在地周围区域的环境特征，在现场踏勘、资料调研、预测分析的基础上，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》（HJ 10.1-2016）的基本要求，编制了《汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。



图 1-2 医院周边环境关系图

二、项目概况

1、项目建设地点及规模

汉滨区第二医院本次拟在医院门诊大楼 2 楼东侧建设 1 座 DSA 机房，新增使用 1 台 Uniq FD20 型数字减影血管造影机（DSA），为 II 类射线装置。

本项目在医院内的位置见图 1-3。

2、设备基本情况

数字减影血管造影机（DSA）基本情况见表 1-1。

表 1-1 数字减影血管造影机（DSA）设备详情

设备名称	数字减影血管造影机
型号	飞利浦 Uniq FD20
主要参数	最大管电压：125kV
	最大管电流：1000mA

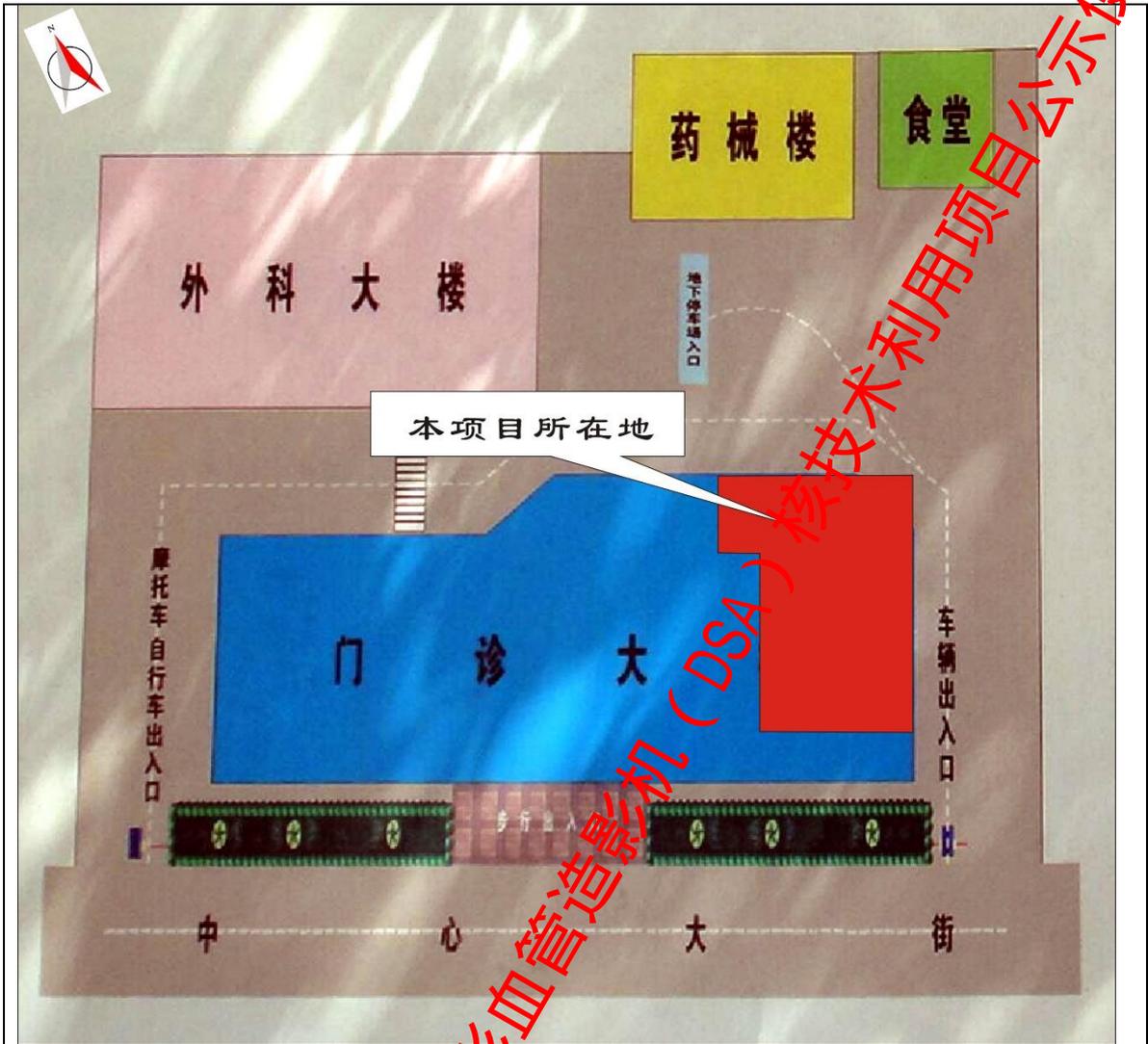


图 1-3 医院总平面布置图

3、项目总平面布置

DSA 机房面积为 53.56m²，机房东北侧隔过道为卫生间、清洗间、沐浴间、换鞋处、更衣室、医生办公室、医生休息室、无菌室、库房等，机房东南侧为控制室，机房西南侧为缓冲区及留观室，机房西北层为污物打包间及设备室。项目总平面布置见图 1-4。

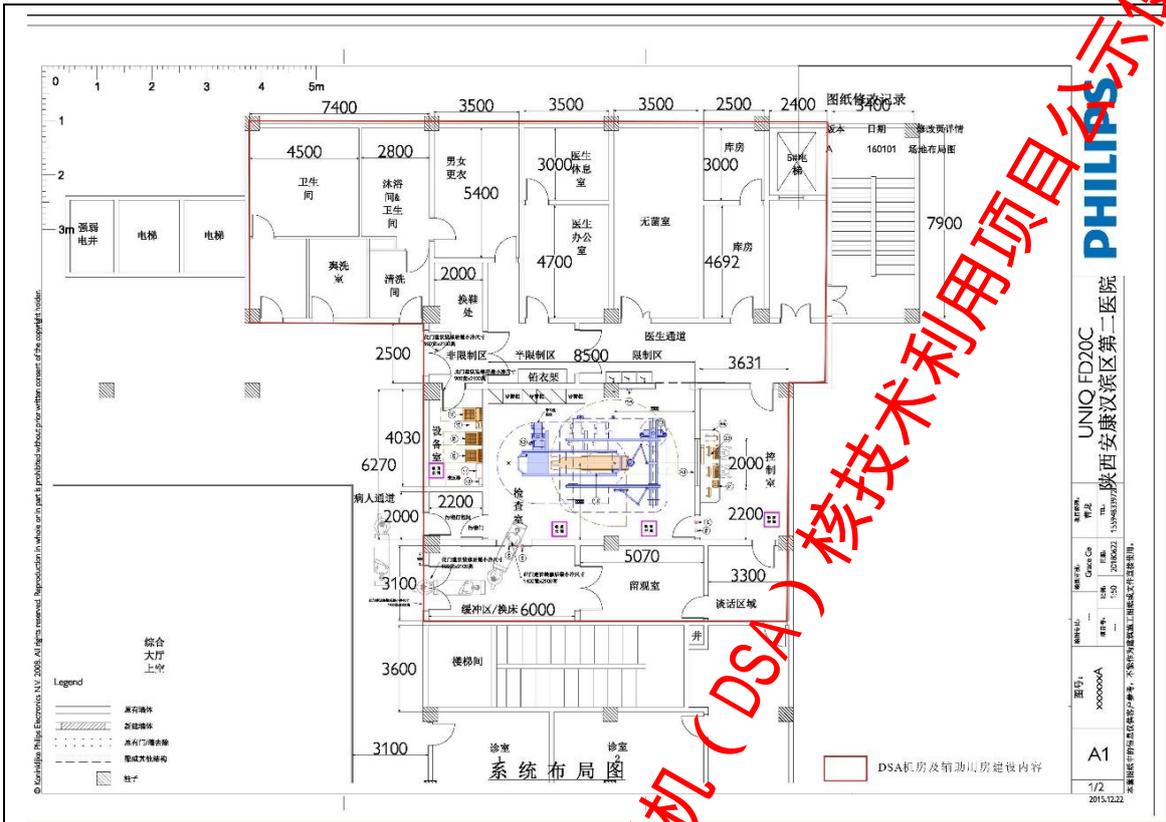


图 1-4 项目平面布置图

检查室及辅助用房的具体情况见表 1-2

表 1-2 检查室及辅助用房具体情况一览表

检查室及辅助用房	检查室	8.5m×6.3m×3.1m (高)
	控制室	3.6m×6.3m
	设备室	2.2m×4.0m
	污物打包间	2.2m×2.0m
	缓冲区	6.0m×3.1m
	观察室	5.1m×3.1m
	谈话区域	3.3m×3.1m
	卫生间、淋浴间、清洗间	7.4m×7.9m
	医生休息室+医生办公室	3.5m×7.9m
	无菌室	3.5m×7.9m
库房	2.5m×7.9m	

2、工作人员及工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备 4 名放射工作人员（含 1 名操作人员、3 名医生），后期根据需求在医院工作人员中调配。DSA 机房建成后，预计每年最多手术 300 例。

三、项目选址及周边环境概况

1、项目周边环境关系

汉滨区第二医院位于陕西省安康市汉滨区恒口镇中心街 63 号，紧邻中心街，便于周边居民就医。医院东北、西北侧为新兴村，东南侧为农贸街，西南侧隔中心街为医院家属区、国税局、国税局家属区及恒口老街区。医院地理位置与交通图见图 1-1，周边环境关系图见图 1-2。

2、医院总平面布置

汉滨区第二医院内设门诊大楼、外科大楼、药械楼及食堂。其中门诊大楼位于医院南侧，外科大楼位于西北侧，药械楼及食堂位于东北侧。本项目位于汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧。医院平面布置图见图 1-3。

3、DSA 机房周边环境关系

本项目位于医院门诊大楼 2 楼东侧，楼上为检验科，楼下急诊科及收费处，东北侧和东南侧为院内道路，西南侧、北侧为楼梯间及主任办公室，西北侧为二楼病人通道及门诊大厅（上空）。机房位置较为独立，通过铅防护门等的隔离对周边环境影响较小，选址基本合理。

表 1-3 本项目周边环境关系表

场所位置	医院门诊大楼 2 楼东侧
东北侧	医院内空地及地下停车场入口
东南侧	医院内车辆出入通道
西南侧	楼梯间及主任办公室
西北侧	2 楼过道及门诊大厅
楼上	检验科
楼下	急诊科及收费处

四、医院现有核技术应用项目基本情况

1、辐射安全许可证

汉阴县人民医院现有 III 类射线装置 3 台，医院已于 2014 年 8 月 12 日取得陕西省环境保护厅核发的辐射安全许可证（陕环辐证[80063]），许可种类和范围为：使用 III 类射线装置。辐射安全许可证正副本见附件。现有射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 现有射线装置情况一览表

序号	装置名称	型号	类别	工作场所
1	CT	BrightSpeed	III 类	门诊楼 3 楼
2	DR	Definium 6000	III 类	门诊楼 3 楼
3	移动 C 形臂	PLX112B	III 类	门诊楼 3 楼

2、辐射安全管理

(1) 防护管理组织及制度

汉滨区第二医院已成立以洪纪学（业务院长）为组长的辐射安全与防护管理机构，全面负责医院辐射安全及应急管理工作。同时制定了《影像科放射性事故应急预案》、《放射安全管理制度》、《放射科工作人员体检制度》、《影像科管理制度》、《影像科 CT 室工作制度》、《影像科 X 线摄影室工作制度》、《影像科设备维修保养制度》等相关制度。

(2) 放射工作人员管理

汉滨区第二医院现有 5 名放射工作人员，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。放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、铅帽、铅眼镜、铅围脖、个人剂量计等个人防护用品。

3、辐射监测

汉滨区第二医院配备 1 台 X-γ 剂量率测量仪，用于医院放射性工作场所辐射环境质量状况的监测。

汉滨区第二医院各辐射工作场所的防护检测委托有资质单位定期进行监测，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。

汉滨区第二医院现有放射工作人员均配备个人剂量计，定期送检，并建立了较为健全的个人剂量档案。

五、评价目的

(1) 对医院数字减影血管造影机 (DSA) 工作时产生的辐射环境影响进行预测分析，确保射线装置使用过程中对周围环境、人员产生辐射影响满足国家标准相关要求；

(2) 对射线装置使用过程中对周围环境可能产生的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) 为医院辐射环境保护管理提供科学依据。

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	数字减影血管造影机 (DSA)	II 类	1 台	Uniq FD20 型	125	1000	诊断、介入治疗	门诊大楼 2 楼检查室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ A)	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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令，2017 年 10 月 1 日）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》及其修改单（环保部第 44 号令，2018 年 4 月 28 日）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部 18 号令，2011 年 5 月 1 日）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令，2005 年 12 月 1 日实行，国务院令 653 号修订，2014 年 7 月 29 日）；</p> <p>(8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号）；</p> <p>(9) 《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》（环保总局第 3 号令，2008 年 12 月 6 日）；</p> <p>(10) 《陕西省放射性污染防治条例》（2014 年 10 月 1 日）；</p> <p>(11) 《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>
<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）；</p> <p>(2) 《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）；</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(4) 《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>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的其他相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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“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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，确定本项目评价范围为 DSA 机房周围 50m 区域。评价范围见图 7-1。

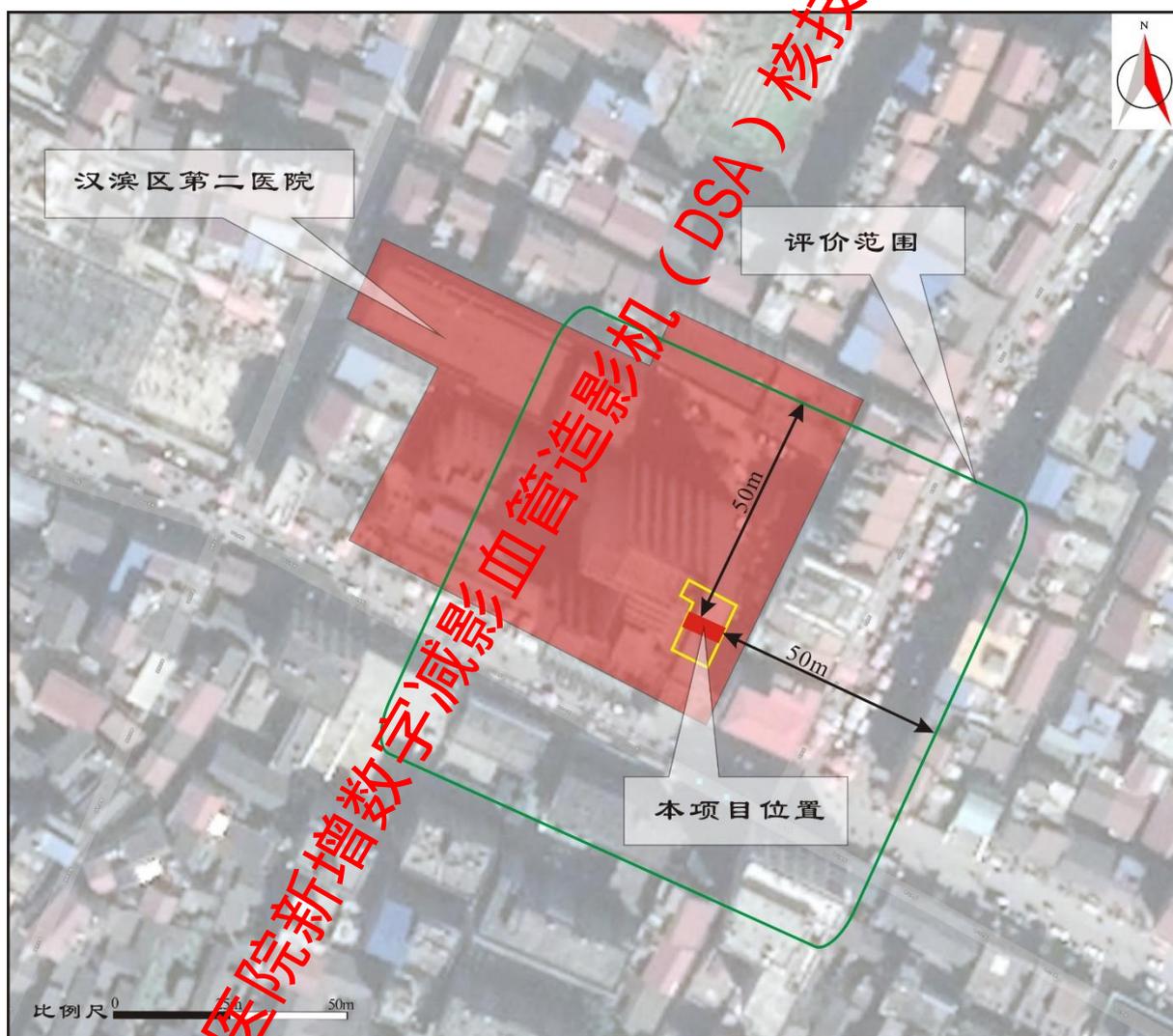


图 7-1 环境影响评价范围图

主要环境保护目标

项目保护目标分为职业工作人员及公众人员，职业工作人员为进行 DSA 操作的医护人员，公众人员为 DSA 机房实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。详见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

保护目标类别	方位	场所	主要环境保护目标	规模	保护要求	备注
职业人员	检查室及辅助用房	检查室	介入手术医护人员	3 人	5mSv/a	门诊大楼 2 楼
		控制室	设备操作人员			
公众	东北侧	医院内空地及地下停车场入口	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	/
		药械楼、食堂	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	/
	东南侧	医院内车辆出入通道	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	/
		新兴村村民委员会永水超市、农贸街新兴村居民	其他居民	流动人群	0.25mSv/a	/
	西南侧	楼梯间	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	门诊大楼 2 楼
		主任办公室	其他医护人员	1 人	0.25mSv/a	门诊大楼 2 楼
		医院家属区、新兴村、税务所	其他居民	流动人群	0.25mSv/a	/
	西北侧	门诊大楼 2 楼病人通道、输液室、注射室、中西医结合内科、内科、皮肤科、儿科、外科等	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	门诊大楼 2 楼
		门诊大厅	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	门诊大楼 1 楼
		外科大楼	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	/
	楼上	检验科	其他医护人员	12 人	0.25mSv/a	门诊大楼 3 楼
	楼下	急诊科	其他医护人员	19 人	0.25mSv/a	门诊大楼 1 楼
		收费处	其他医护人员、患者、陪同家属	流动人群	0.25mSv/a	门诊大楼 1 楼

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1、标准相关内容

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1 剂量限值

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核技术利用项目公示使用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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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算值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

2、环评要求年剂量约束值及控制水平

综合考虑医院核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

(1) 取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为放射性工作人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；

(2) 取公众年有效剂量限值的 1/4，作为周围公众的年受照剂量约束值，即 0.25mSv/a。

二、《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 标准相关内容

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。

4.7 介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备防护性能的专用要求

4.7.1 透视曝光开关应为常断式开关,并配有透视限时装置。

4.7.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

4.7.3 X 射线设备应配备能阻止使用胶皮距小于 20cm 的装置。

4.7.4 X 射线设备的受检者入射体表空气比释动能率应符合 WS76 的规定。

4.7.5 X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下,按附录 B 中 B.1.2 的要求,在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(按附录 C 图 C.3 的要求)。

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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 and 便携式床旁摄影机和车载 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
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
.....

^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
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
.....
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2 (一般工作量) ^a 2.5 (较大工作量) ^a	
^a 按 GBZ/T180 的要求		

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 2.5μGy/h 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

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（其检测方法按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

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 2.5μSv/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 2.5μSv/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。

5.5 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。

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。

5.7 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；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。

5.8 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。

5.9 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。

5.10 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
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	或可调节防护窗口的立位防护屏；固定特殊受检者体位的各种设备
.....
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。

仅供汉滨区第二医院新增数字减影血管造影(DSA)新技术项目临床应用

表 8 环境质量和辐射现状

<p>环境质量和辐射现状</p> <p>一、项目地理位置和场所位置</p> <p>1、医院地理位置</p> <p>汉滨区第二医院位于陕西省安康市汉滨区恒口镇中心街 63 号 医院地理位置见图 1-1，周边环境关系见图 1-2。</p> <p>2、场所位置</p> <p>本项目位于汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧。 本项目在医院内的位置见图 1-3。</p> <p>二、环境质量现状</p> <p>本项目汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧，周边无放射性污染源（医院 CT 等 III 类射线装置位于门诊大楼 3 楼西北侧），故本次评价未开展辐射环境现状监测。</p> <p>根据《2018 年四季度陕西省辐射环境质量》，2018 年四季度，我省 5 个辐射环境自动监测站（陕西环保大厦、西安市标准型自动站、汉中市基本型自动站、延安市基本型自动站、宝鸡市基本型自动站）的空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，处于本底涨落范围内，监测结果为 74.7~99.3nGy/h；2018 年四季度，我省 23 个陆地监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率处于本底涨落范围内，累积剂量监测结果为 67.1~115.2nGy/h。</p> <p>根据《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》1988 年报告（全省室内为 0.087~0.203μGy/h，平均值为 0.130μGy/h，室外为 0.066~0.188μGy/h，平均值为 0.099μGy/h。</p> <p>可见，本项目所在区域的辐射环境本底值处于正常水平，辐射环境现状良好。</p>
--

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 DSA 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 基本设备包括 X 线发生器、影像增强器、电视透视、高分辨力摄像管、模 / 数转换器、电子计算机和图像储存器等，典型设备组成结构见图 9-1。

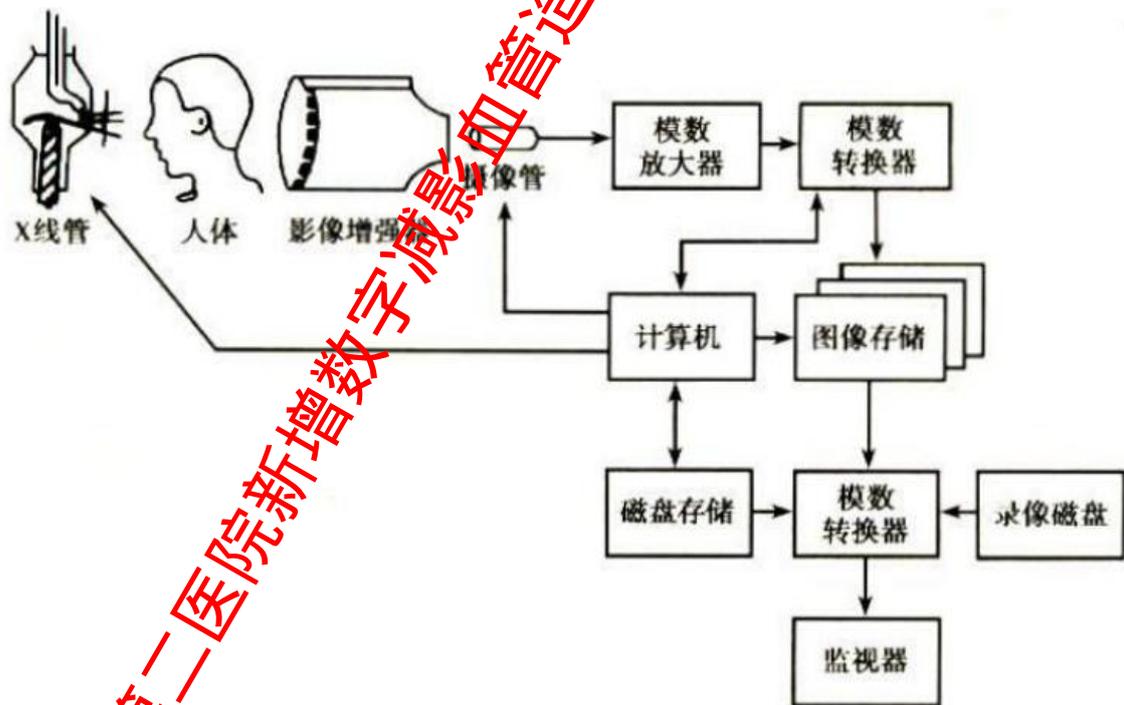


图 9-1 数字减影血管造影机典型设备组成结构

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 在进行曝光时分为两种情况：

(1) 第一种情况，采集。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，并通过对讲系统与病人交流。

(2) 第二种情况，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，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅吊屏、铅帘后身着铅衣、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，护士身着铅衣等防护用品，在曝光时一般位于铅屏风后。

4、污染因子

DSA 污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线。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

(1) 放射性污染

本项目数字减影血管造影机(DSA)为 II 类射线装置,项目数字减影血管造影机(DSA)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,对机房内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。关机即消失。

(2) 废气

此外, X 射线与空气作用会产生极少量的 O₃、NO_x 等有害气体,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,机房顶棚设置净化空调系统,每小时通风 3~4 次,可满足机房通风换气要求。

(3) 固体废物

根据病人需要,打印出的胶片由病人自行带走;介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物,采用专用容器集中收集后,通过污物打包间打包后转移至医疗废物暂存间,统一委托有资质单位处置。

本项目不新增劳动定员(由医院内部进行调配),不新增生活垃圾排放量。

2、事故工况下污染途径

项目数字减影血管造影机(DSA)属于 II 类射线装置,运行过程中可能发生的辐射安全事故如下:

- 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机房,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机房造成额外误照射。
- ④ 医生在机房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机房,或未配置合格的防护用品,使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), 应把辐射工作场所分为控制区和监督区, 以便于辐射防护管理和职业照射控制。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义:

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。

监督区: 未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

项目位于门诊大楼 2 楼东侧, 根据机房的具体布局, 将检查室 (DSA 机房) 各防护门内的所有区域划分为控制区, 机房周边的控制室、洁净通道、留观室等划分为监督区, 分区图见图 10-1 和图 10-2。

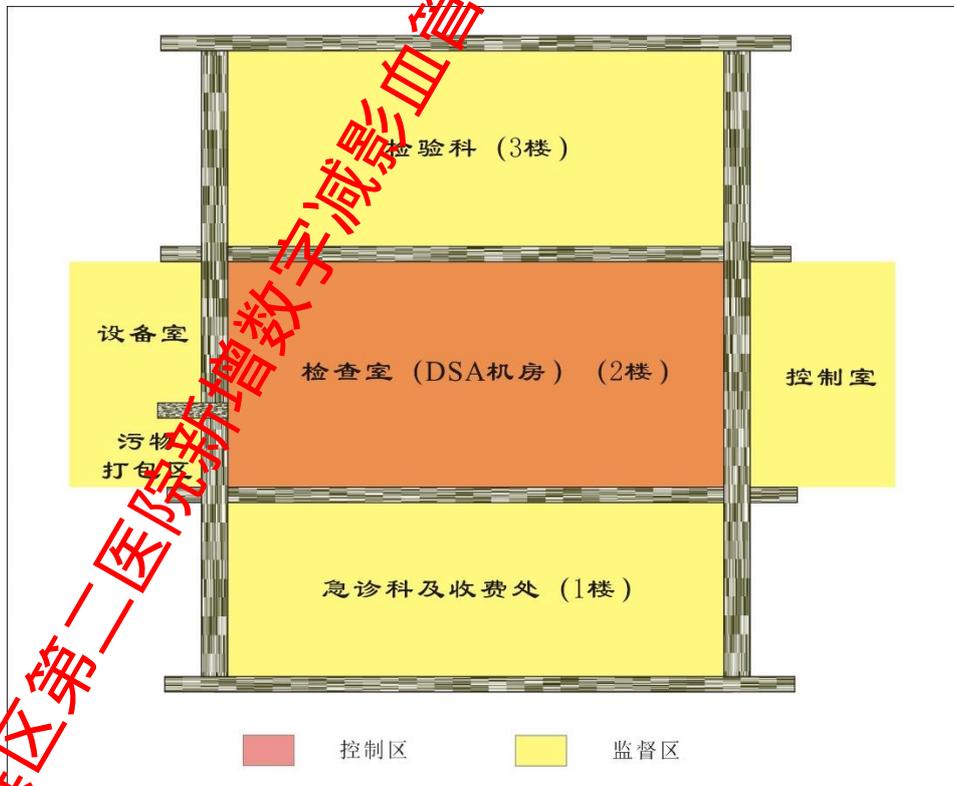


图 10-1 工作场所分区管理示意图—剖面

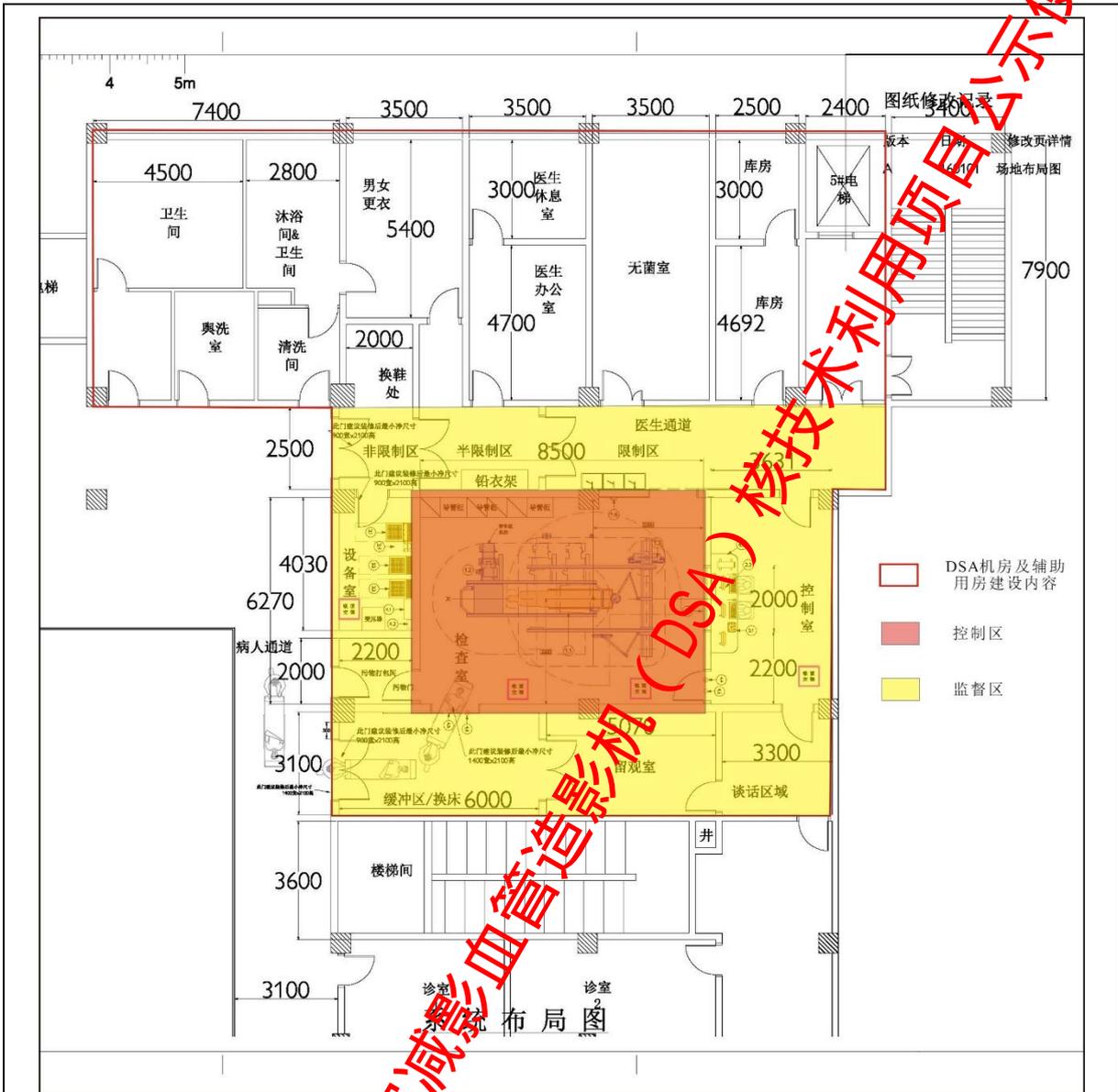


图 10-2 工作场所分区管理示意图—平面

医院应在控制区（即 DSA 机房）的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的警告标志。采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。定期审查控制区及监督区的实际状况，以确定是否需要采取防护措施和作出安全规定，或是否需要更改边界。

项目检查室（DSA 机房）通过防护门与其他诊疗区隔离，严禁无关人员进入；检查室及周边功能房间均设置有电离辐射警示标识，DSA 辐射工作场所的分区较为合理。

2.1 辐射防护屏蔽设计

数字减影血管造影机（DSA）最大管电压为 125kV，管电流为 1000mA。DSA 机

房各面采取实体屏蔽，屏蔽设计见表 10-1：

表 10-1 检查室（DSA 机房）辐射屏蔽措施符合性分析表

位置	建设情况		辐射防护要求		是否满足要求	
	建设内容	铅当量	GBZ 130-2013 标准要求	铅当量		
东北墙	24cm 实心砖墙+5cm 高能防护涂料	5mmPb	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm	2mmPb	满足	
东南墙	24cm 实心砖墙+5cm 高能防护涂料	5mmPb		2mmPb	满足	
西南墙	24cm 实心砖墙+5cm 高能防护涂料	5mmPb		2mmPb	满足	
西北墙	24cm 实心砖墙+5cm 高能防护涂料	5mmPb		2mmPb	满足	
屋顶	10cm 混凝土+2×15mm 钢板	3.5mmPb	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	2mmPb	满足	
地板	10cm 混凝土+6cm 高能防护涂料	4mmPb		2mmPb	满足	
病人出入防护门	3mmPb 喷塑饰面电动防护门（1.4m×2.1m）	3mmPb		2mmPb	满足	
医务人员出入门	3mmPb 喷塑饰面电动防护门（1.4m×2.1m）	3mmPb		2mmPb	满足	
控制室医务人员出入门	3mmPb 不锈钢铅防护手动双开门（0.9m×2.1m）	3mmPb		2mmPb	满足	
污物打包区出入门	3mmPb 不锈钢铅防护手动单开门（0.9m×2.1m）	3mmPb		2mmPb	满足	
观察窗	3mmPb 高铅玻璃（2.0m×1.0m）	3mmPb		2mmPb	满足	
工作指示灯	患者出入防护门、医务人员出入门上部设置门灯联动装置	/		工作指示灯与门有效联动	/	满足

注：① 铅密度：11.35g/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.5、D.6。

由表 10-1 可知，检查室（DSA 机房）净尺寸为长 8.5m×宽 6.3m×高 3.1m，有效使用面积为 53.65m²，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“机房内最小有效使用面积 30m²，机房内最小单边长度 4.5m”的要求。

机房四周墙体、观察窗、防护门及屋顶的防护铅当量在 3~5mmPb 之间，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“介入 X 射线设备机房有用线束方

向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

3、医生、病员、污物流动线路

(1) 医护人员：医护人员更衣换鞋后从东北侧电动防护门进出检查室（DSA 机房），也可从控制室防护门进出检查室（DSA 机房）。

(2) 病员：病员由缓冲区电动防护门进出检查室（DSA 机房），接受检查。

(3) 污物：介入治疗产生的医疗废物由污物打包区防护门送出，转移至医院医疗废物暂存间。

4、其他防护措施

(1) 门灯联动装置：机房患者进出防护门、污物打包区防护门、医护人员进出防护门外的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯，指示灯与防护门应有效联动，限制无关人员进入。介入手术室周边走廊张贴电离辐射危害告知等提示信息。

(2) 诊断床及医护人员进出口等设置紧急停止按钮，控制室操作台前安装铅玻璃观察窗，便于医生观察患者和受检者状态，控制台设置对讲装置，诊断床及控制台电源钥匙由专人保管，设置出束声音报警。机房内应张贴检查室（DSA 机房）管理制度、应急预案等规章制度。

(3) 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；

(4) 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

(5) 检查室（DSA 机房）内应配备铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏等（选配）等防护用品。

(6) 应为放射性工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套（选配）等防护用品。

(7) 医院应利用已有的便携式辐射剂量监测仪，定期对 DSA 机房进行巡测并建立监测数据档案。

三废的治理

本项目数字减影血管造影机（DSA）在运行过程中，不产生放射性“三废”。

1、废水

DSA 不使用显影液和定影液进行洗片操作，所需胶片由专用打印机打印，无洗片废水、废定（显）影液产生。

2、废气

DSA 在开机并处于出束状态时，会使机房内空气电离产生少量的 O_3 和 NO_x ；本项目 DSA 机房内已设计安装有通风系统，每小时可通风 3~4 次，产生的 O_3 和 NO_x 可通过通风系统排出，对周围环境影响极小。

3、固体废物

在进行介入手术过程中会产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，医疗废物收集后转移至医院医疗垃圾暂存间，由医院统一委托有资质单位处置。

4、其他

本项目不新增劳动定员，不新增生活污水、办公垃圾排放。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目射线装置工作场所是在医院现有建筑中进行改造,位于门诊大楼2楼东侧,建设时将产生施工噪声、粉尘、废水和少量建筑垃圾污染,其主要影响对象为医院员工和周围公众,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,但本项目位于门诊大楼2楼东侧,装修粉尘影响仅局限在施工现场附近区域。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。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,有少量建筑施工废水产生,经初级沉淀处理后回用;施工人员产生的生活污水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,同时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弃钢结构材料、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,由环卫部门统一处理。通过上述措施后,项目施工期产生固废均得到合理妥善处置,处置率 100%,对环境的影响较小。

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。

运行阶段对环境的影响

1、防护措施合理性分析

检查室(DSA 机房)净尺寸为长 8.5m×宽 6.3m×高 3.1m,有效使用面积为 53.55m²,满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中“机房内最小有效使用面积 30m²,机房内最小单边长度 4.5m”的要求。

机房四周墙体、观察窗、防护门及屋顶的防护铅当量在 3~5mmPb 之间,满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm,非有用线束方向铅当量 2mm”的要求。

DSA 机房具体屏蔽情况见表 10-1。

2、DSA 机房防护能力估算

项目 DSA 最大管电压为 125kV,最大管电流为 1000mA。DSA 包括透视和采集两种工作模式,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。

根据《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2,当管电压为 90kV 时,离靶 1m 处的剂量率约为 6.75mGy/mA·min,参考同类装置运行情况,透视时最大管电流保守取 10mA,采集取 500mA,则本项目的靶点 1m 处的最大剂量率保守取透视时 4.05E+06μGy/h,采集时 2.02E+08μGy/h。

本项目各关注点分布示意简图如下:

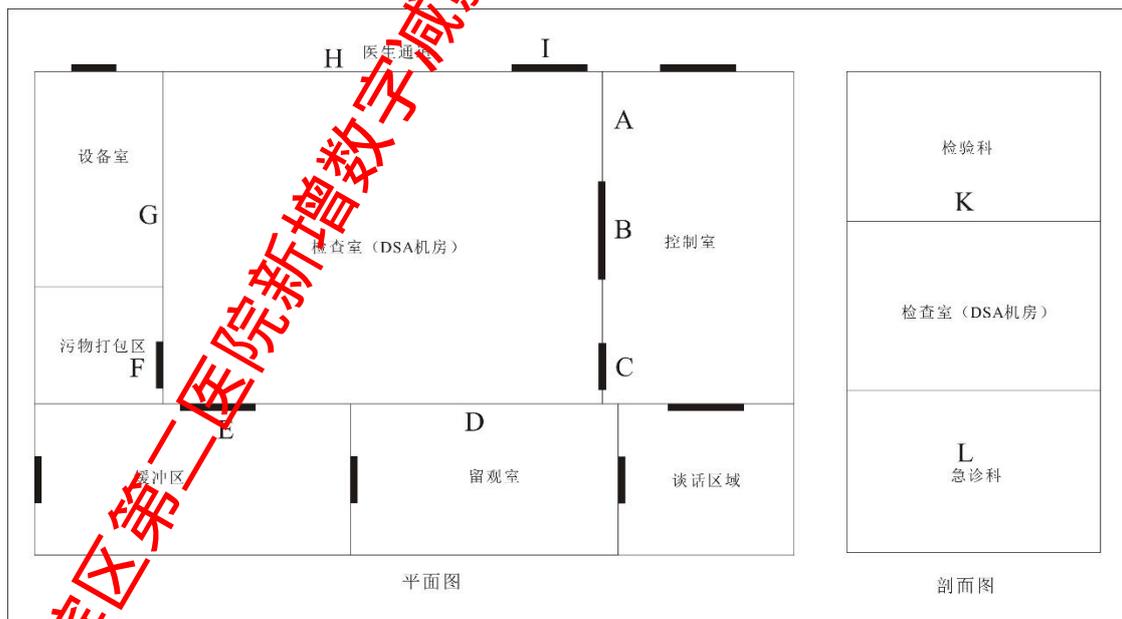


图 11-1 各关注点分布简图

(1) 泄漏辐射剂量率估算

① 估算方法

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。

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

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

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%;

H_0 ——离靶1m处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

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11-1。

表 11-1 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 估算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、楼上、楼下等各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表11-2和表11-3。

表 11-2 各关注点泄露辐射剂量率估算结果—采集状态

关注点位置描述		编号	H_0	f	d	X	α	β	γ	透射因子 B	采集状态 剂量率
单位		/	$\mu\text{Gy/h}$	%	m	mm	/	/	/	/	$\mu\text{Gy/h}$
东南侧	控制室墙外	A	2.02E+08	0.1	5.0	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	1.37E-04
	观察窗外 (控制室)	B	2.02E+08	0.1	4.7	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	7.26E-02
	医务人员出 入防护门外 (控制室)	C	2.02E+08	0.1	5.0	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	6.41E-02

西南侧	留观室防护墙外	D	2.02E+08	0.1	3.7	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	2.54E-04
	病人出入防护门外（缓冲区）	E	2.02E+08	0.1	4.0	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	1.02E-01
西北侧	医护防护门外（污物打包区）	F	2.02E+08	0.1	4.4	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	8.33E-02
	墙外（设备室）	G	2.02E+08	0.1	3.2	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.39E-04
东北侧	墙外（医生通道）	H	2.02E+08	0.1	3.3	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.25E-04
	医务人员出入防护门外（医生通道）	I	2.02E+08	0.1	4.4	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	8.14E-02
楼上	检验科	K	2.02E+08	0.1	3.0	3.5	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	3.84E-02
楼下	急诊科	L	2.02E+08	0.1	2.0	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	1.86E-02

表 11-3 各关注点泄露辐射剂量率估算结果—透视状态

关注点位置描述		编号	H ₀	f	d	K	α	β	γ	透射因子 B	透视状态剂量率
单位		/	μGy/h	%	m	mm	/	/	/	/	μGy/h
东南侧	控制室墙外	A	4.05E+06	0.1	5.0	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	2.74E-06
	观察窗外（控制室）	B	4.05E+06	0.1	4.7	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	1.45E-03
	医务人员出入防护门外（控制室）	C	4.05E+06	0.1	5.0	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	1.29E-03
西南侧	留观室防护墙外	D	4.05E+06	0.1	3.7	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	5.08E-06
	病人出入防护门外（缓冲区）	E	4.05E+06	0.1	4.0	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	2.05E-03
西北侧	医护防护门外（污物打包区）	F	4.05E+06	0.1	4.4	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	1.67E-03
	墙外（设备室）	G	4.05E+06	0.1	3.2	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	6.80E-06
	墙外（医生通道）	H	4.05E+06	0.1	3.3	5	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	6.51E-06

东北侧	医务人员出入防护门外 (医生通道)	I	4.05E+06	0.1	4.4	3	3.067	18.83	0.7726	7.93E-06	1.63E-03
楼上	检验科	K	4.05E+06	0.1	3.0	3.5	3.067	18.83	0.7726	1.71E-06	7.70E-04
楼下	急诊科	L	4.05E+06	0.1	2.0	4	3.067	18.83	0.7726	1.69E-07	3.74E-04

(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—屏蔽透射因子, 按式 11-2 计算。

② 估算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、楼上、楼下等各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-4 和表 11-5。

表 11-4 各关注点散射辐射剂量率估算结果—采集状态

关注点位置描述		编号	H_0	α	透射因子 B	S	d_0	d_s	采集状态 剂量率
单位		/	$\mu\text{Gy/h}$	/	/	cm ²	m	m	$\mu\text{Sv/h}$
东南侧	控制室墙外	A	2.02E+08	0.0013	1.72E-08	100	0.3	5.0	4.93E-04
	观察窗外(控制室)	B	2.02E+08	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.7	2.62E-01
	医务人员出入防护门外 (控制室)	C	2.02E+08	0.0013	7.93E-06	100	0.3	5.0	2.32E-01
	留观室防护墙外	D	2.02E+08	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.7	9.16E-04

西南侧	病人出入防护门外（缓冲 区）	E	2.02E+08	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.0	3.70E-01
西北侧	医护防护门外（污物打 包区）	F	2.02E+08	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.4	3.01E-01
	墙外（设备室）	G	2.02E+08	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.2	1.22E-03
东北侧	墙外（医生通道）	H	2.02E+08	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.3	1.17E-03
	医务人员出入防护门外 （医生通道）	I	2.02E+08	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.4	2.94E-01
楼上	检验科	K	2.02E+08	0.0013	1.71E-06	100	0.3	3.0	1.39E-01
楼下	急诊科	L	2.02E+08	0.0013	3.69E-07	100	0.3	2.0	6.73E-02

表 11-5 各关注点散射辐射剂量率估算结果—透视状态

关注点位置描述		编号	H ₀	α	透射因子 B	S	d ₀	d _s	透视状态剂 量率
单位		/	μGy/h	/	/	cm ²	m	m	μSv/h
东南侧	控制室墙外	A	4.05E+06	0.0013	1.72E-08	100	0.3	5.0	9.89E-06
	观察窗外（控制室）	B	4.05E+06	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.7	5.25E-03
	医务人员出入防护门外 （控制室）	C	4.05E+06	0.0013	7.93E-06	100	0.3	5.0	4.64E-03
西南侧	留观室防护墙外	D	4.05E+06	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.7	1.84E-05
	病人出入防护门外（缓冲 区）	E	4.05E+06	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.0	7.41E-03
西北侧	医护防护门外（污物打包 区）	F	4.05E+06	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.4	6.03E-03
	墙外（设备室）	G	4.05E+06	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.2	2.45E-05
东北侧	墙外（医生通道）	H	4.05E+06	0.0013	1.72E-08	100	0.3	3.3	2.35E-05
	医务人员出入防护门外 （医生通道）	I	4.05E+06	0.0013	7.93E-06	100	0.3	4.4	5.89E-03
楼上	检验科	K	4.05E+06	0.0013	1.71E-06	100	0.3	3.0	2.78E-03
楼下	急诊科	L	4.05E+06	0.0013	3.69E-07	100	0.3	2.0	1.35E-03

(3) 辐射有效剂量率

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、楼上、楼下等各关注点的辐射剂量率估算见表 11-6。

表 11-6 各关注点辐射剂量率估算结果

关注点位置描述	采集状态	透视状态
---------	------	------

	编号	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	散射辐射剂量率	总有效剂量率 H_R	
单位	/	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	
东南侧	控制室墙外	A	1.37E-04	4.93E-04	6.30E-04	2.74E-06	9.89E-06	1.26E-05
	观察窗外（控制室）	B	7.26E-02	2.62E-01	3.35E-01	1.45E-03	5.23E-03	6.71E-03
	医务人员出入防护门外（控制室）	C	6.41E-02	2.32E-01	2.96E-01	1.29E-03	4.64E-03	5.93E-03
西南侧	留观室防护墙外	D	2.54E-04	9.16E-04	1.17E-03	5.08E-06	1.84E-05	2.34E-05
	病人出入防护门外（缓冲区）	E	1.02E-01	3.70E-01	4.72E-01	2.06E-03	7.41E-03	9.47E-03
西北侧	医护防护门外（污物打包区）	F	8.33E-02	3.01E-01	3.84E-01	1.67E-03	6.03E-03	7.70E-03
	墙外（设备室）	G	3.39E-04	1.22E-03	1.56E-03	6.80E-06	2.45E-05	3.13E-05
东北侧	墙外（医生通道）	H	3.25E-04	1.17E-03	1.50E-03	6.51E-06	2.35E-05	3.00E-05
	医务人员出入防护门外（医生通道）	I	8.14E-02	2.94E-01	3.75E-01	1.63E-03	5.89E-03	7.52E-03
楼上	检验科	K	3.84E-02	1.39E-01	1.77E-01	7.70E-04	2.78E-03	3.55E-03
楼下	急诊科	L	1.86E-02	6.73E-02	8.60E-02	3.74E-04	1.35E-03	1.72E-03

由表 11-6 可知，在采集状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $6.30\text{E-}04 \sim 4.72\text{E-}01 \mu\text{Gy/h}$ ；在透视状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $1.26\text{E-}05 \sim 9.47\text{E-}03 \mu\text{Gy/h}$ ；有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy ，则本项目 DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。机房各屏蔽面的防护效果较好。

此外，上述评价是基于保守假设进行的。实际运行时，检查室（DSA 机房外）的辐射剂量率水平可以维持在正常本底水平。

(4) 附加年有效剂量估算

① 估算方法

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, $\mu\text{Gy/h}$;

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《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, 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。

DSA 设备包括透视和采集两种工作模式, 根据医院提供的信息, 项目正常运行后, 每年最多进行 300 次手术, 手术开机照射时间保守估计为透视 15min、采集 2min, 则本项目射线装置的预计年开机工作时间如下。

表 11-7 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	15min	300 台手术	75h
采集	2min	300 台手术	10h

① 各关注点年附加剂量估算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、楼上、楼下等各关注点的附加年有效剂量估算见表 11-8。

表 11-8 各关注点附加年有效剂量估算结果表

关注点位置描述	编号	采集状态		透视状态		换算系数 K	人员居留因子 T	附加年有效剂量率 H_w	年剂量约束限值	
		总有效剂量率 H_R	年曝光时间	总有效剂量率 H_R	年曝光时间					
单位	/	$\mu\text{Gy/h}$	h/a	$\mu\text{Gy/h}$	h/a	Sv/Gy	/	mSv/a	mSv/a	
东南侧	控制室墙外	A	6.59E-04	10	1.26E-05	75	1	1	7.25E-06	5.00
	观察窗外(控制室)	B	6.35E-01	10	6.71E-03	75	1	1	3.85E-03	5.00
	医务人员出入防护门外(控制室)	C	2.96E-01	10	5.93E-03	75	1	1	3.40E-03	5.00
西南侧	留观室防护墙外	D	1.17E-03	10	2.34E-05	75	1	1/4	3.36E-06	0.25
	病人出入防护门外(缓冲区)	E	4.72E-01	10	9.47E-03	75	1	1/4	1.36E-03	0.25
西北侧	医护防护门外(污物打包区)	F	3.84E-01	10	7.70E-03	75	1	1/4	1.10E-03	0.25
	墙外(设备室)	G	1.56E-03	10	3.13E-05	75	1	1/4	4.50E-06	0.25
东北侧	墙外(医生通道)	H	1.50E-03	10	3.00E-05	75	1	1/4	4.31E-06	0.25
	医务人员出入防护门外(医生通道)	I	3.75E-01	10	7.52E-03	75	1	1/4	1.08E-03	0.25
楼上	检验科	K	1.77E-01	10	3.55E-03	75	1	1/4	5.09E-04	0.25
楼下	急诊科	L	8.60E-02	10	1.72E-03	75	1	1/4	2.47E-04	0.25

② 职业人员年附加有效剂量估算

本项目拟调配 4 名专业人员进行介入治疗（1 名影像师和 3 名医生），DSA 机房工作人员为专职工作人员，不参与其他放射性工作。

在采集模式下，采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；在透视模式下（即进行介入手术时），至少需 1 名医生和 1 名护士/助手在 DSA 机房内对患者进行手术。根据建设单位提供的资料，曝光时第一术者位医生穿戴铅衣、铅围裙、铅帽、铅眼镜等防护用品，位于铅吊屏和床侧铅帘后；第二术者位护士/助手穿戴铅衣等防护用品，位于移动式铅屏风后。

A、操作室内职业人员年附加有效剂量估算

根据表 11-8 计算结果，操作室内职业人员年附加有效剂量为范围为 $7.25E-06 \sim 3.85E-03mSv$ ；远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求（职业人员 $20mSv$ ）及本次评价所取的年剂量约束值（职业人员 $5.0mSv$ ）。

B、介入手术医生年附加有效剂量估算

本次采用勉县红十字医院 Optima IGS 330 型 DSA 的监测数据对本项目介入手术操作人员的年有效剂量进行类比分析，类比情况见表 11-9、监测结果见表 11-10。

表 11-9 类比项目/本项目 DSA 设备对比情况

项目	类比项目	本项目
对比情况	设备型号	Optima IGS 330
	最大管电压	125kV
	最大管电流	1000mA

表 11-10 勉县红十字医院 DSA 监测结果

编号	检测位置	X、 γ 辐射剂量率 ($\mu Sv/h$)	
		透视	
1	第一术者位	铅衣外	14.62
		铅衣内	4.64
2	第二术者位	铅衣外	11.66
		铅衣内	3.43

注：1、监测工况：采集状态管电压 92kV，管电流 539mA；透视状态管电压 98kV，管电流 41mA。
2、床侧有 0.5mmPb 铅吊屏、0.5mmPb 铅挂帘防护。
3、监测报告见附件。

由表 11-9 可知，勉县红十字医院 Optima IGS 330 型 DSA 与本项目 DSA 仪器最大管电压、最大管电流均相同，类比较为可行。

根据表 11-10 的监测数据，在 0.5mmPb 铅吊屏、0.5mmPb 铅挂帘及 0.5mmPb 铅

衣的防护下，第一术者位所受的辐射剂量率为 $4.64\mu\text{Sv/h}$ ；第二术者位所受的辐射剂量率为 $3.43\mu\text{Sv/h}$ 。将以上数据代入公式 (11-4)，不考虑轮换的状态下，DSA 机房内第一术者位、第二术者位医护人员在铅吊屏、铅衣等防护下所受的年有效剂量分别为 0.35mSv 、 0.26mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中要求的工作人员连续 5 年年平均有效剂量 (20mSv)，也不超过环境影响评价对职业人员年剂量约束值 (5mSv)。

本项目 DSA 床侧设置 0.5mmPb 铅吊屏、 0.5mmPb 铅挂帘，工作人员配备的铅衣、铅帽、铅围裙等均为 0.5mmPb ，与勉县红十字医院 Optima IG530 型 DSA 项目的防护铅当量相同，可见本项目运行后职业人员附加有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中要求的工作人员连续 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)。

③ 公众年附加有效剂量估算

由表 11-8 可知，正常运行工况下，机房外（除控制室外）公众所受的年附加有效剂量范围为 $3.36\text{E}-06\sim 1.36\text{E}-03\text{mSv}$ ；远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求（公众人员 1mSv ）及本次评价所取的年剂量约束值（公众人员 0.25mSv ）。

3、废气环境影响分析

根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》(郝海鹰、刘容、王玉海编著) 及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》(张大薇编著) 资料显示，医院射线装置工作场所 O_3 浓度范围为 $0.010\sim 0.137\text{mg/m}^3$ 、 NO_x 浓度范围为 $0.010\sim 0.103\text{mg/m}^3$ 。

本项目 DSA 工作场所已完成部分装修工作，风口位于 DSA 机房上方天花板处，可保持良好通风，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) “5.6 机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风” 的标准要求。

项目运行后，DSA 工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 的二级标准（臭氧为 0.20mg/m^3 ，氮氧化物为 0.25mg/m^3 ）的要求。因此，本项目射线装置产生的 O_3 、 NO_x 对人员和周围环境影响较小。

4、固体废物影响分析

本项目 DSA 机房不新增劳动定员，由医院内部进行调配，不新增生活垃圾排放

量。本项目 DSA 根据病人需要打印出的胶片由病人自行带走；介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，经专用医疗废物桶收集后送至医疗废物暂存间暂存，统一委托有资质单位处置。DSA 工作场所的固体废物均得到合理处置，对环境的影响较小。

仅供汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术应用项目公示使用

事故影响分析

1、事故工况

DSA 射线装置诊断检查时，可能发生的安全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良影响。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，公众误入机房，在无任何屏蔽措施的情况下，受到透视和采集时泄露的 X 射线辐射，透视剂量率取 $4.05E+06 \mu\text{Gy/h}$ (距靶点 1m 处)，采集剂量率取 $2.02E+08 \mu\text{Gy/h}$ (距靶点 1m 处)，则在透视情况下距离设备 1m 处 1min 受到的剂量率为 0.07mGy ，采集情况 1min 受到的剂量率为 3.37mGy 。即事故情况下，透视约 3.70min、采集 4.46s 后公众受到的剂量率将低于 0.25mSv/a 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的检查室（DSA 机房）。

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，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发

生时能妥善处理，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。

4、辐射事故应急预案

依照国家环保总局的《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）中的有关要求，针对可能发生的风险事故，汉滨区第二医院应根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，执行辐射事故应急预案。

汉滨区第二医院已编制并发布《影像科放射性事故应急预案》，评价要求该医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》要求，进一步完善辐射事故应急预案相关内容，将本次新增的数字减影血管造影机（DSA）纳入其中。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全管理机构设置

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作”等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，汉滨区第二医院已成立以洪纪学（业务院长）为组长的辐射安全与防护管理机构，全面负责医院辐射安全及应急管理工作。辐射安全与防护管理机构应进一步明确主要职责：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护法律法规相关文件精神；
- (2) 负责本院辐射安全与环境保护管理；
- (3) 组织制定本院辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- (4) 组织人员参加辐射安全与环境保护培训；
- (5) 安排从事射线装置工作的辐射工作人员参加关于辐射安全和防护的培训和考核。
- (6) 检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对射线装置的安全与防护情况进行年度评估；
- (7) 实施辐射工作人员的健康体检，个人剂量监测；并做好相应资料的档案管理工作；
- (8) 定期向环保和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

2、人员配备与职能

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。

本项目拟配备 4 名放射工作人员（含 1 名操作人员、3 名医生）；后期根据需求在
医院工作人员中调配。建设单位应该尽快组织人员参加辐射安全与防护培训取得合格证
书，持证上岗。放射工作人员取得上岗证后，应按照《放射性同位素与射线装置安全
和防护管理办法》的规定，每四年进行再培训。

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，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；第七款的要求，使用射线装置的单
位有完善的辐射事故应急措施。

据调查，汉滨区第二医院已为现有 3 台 III 类射线装置制定了《影像科放射性事故应
急预案》、《放射安全管理制度》、《放射科工作人员体检制度》、《影像科管理工作
制度》、《影像科 CT 室工作制度》、《影像科 X 线摄影室工作制度》、《影像科设备
维修保养制度》等相关制度。

鉴于本项目新增的数字减影血管造影机（DSA）为 II 类射线装置，评价要求汉滨区第
二医院根据本次新增的 II 类射线装置完善现有辐射安全管理相关制度，将本次新增设备纳
入管理；并补充以下辐射安全管理制度：

(1) 数字减影血管造影机（DSA）工作制度；(2) 放射工作场所监测制度；(3) 辐射工
作人员培训制度；(4) 放射个人防护用品使用管理制度；(5) 辐射危害告知制度；(6) 受
检者安全防护制度。

建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
第十六条的相关要求，申请辐射安全许可证换证。

2、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安
全管理标准化建设重点项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号），对核技术利用单位
辐射安全管理标准化建设提出了要求，详见表 12-1 和表 12-2，评价要求，建设单位应
按照文件要求进行标准化建设。

管理内容		管理要求
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	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，发生异常情况时，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	
	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	
制度建立与执行	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 12-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（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。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款，“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪”、“使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作”。

汉滨区第二医院已配备 1 台 X-γ 剂量率测量仪；拟为本项目新增的辐射工作人员配备个人剂量计。

2、监测方案

根据汉滨区第二医院诊疗特点，制定辐射环境监测计划如下：

(1) 定期（不少于 1 次/年）委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并建立监测技术档案；监测数据纳入年度评估报告，并上报环保部门备案。

(2) 建设单位需利用自备的 X-γ 剂量率测量仪对工作场所进行定期监测，并建立监测档案

(3) 定期委托有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次。

(4) 辐射工作人员佩戴个人剂量计定期（不少于 1 次/季度）送有资质单位进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。

(5) 辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立职业健康监护档案。

3、年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向有关环境保护主管部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

4、环境保护投资估算

本项目总投资 420 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 9.52%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品以及辐射监测仪器购置等。环保投资估算见表 12-3。

表 12-3 项目环保投资估算表

实施时段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	建设费用	运行维护费用	其他费用	资金来源	责任主体
项目准备阶段	环境咨询	—	—	—	—	8.0	建设单位自有资金	设计单位
施工期	废气	施工扬尘等	定期洒水	0.5	—	—	建设单位环保专项资金	施工单位
	固体废物	建筑垃圾	运至安康市指定的建筑垃圾填埋场	2.0	—	—		
		生活垃圾	统一纳入镇生活垃圾清运系统	1.0	—	—		
项目验收阶段	—	—	—	—	—	8.0	建设单位自有资金	建设单位
运营期	废气	NO _x 、O ₃	通风换气	5.0	1.0	—	建设单位环保专项资金	建设单位
	辐射环境	γ 射线	DSA 机房防护墙、防护门	计入工程投资				
环境管理	完善环境管理制度			—	—	—		
	配备实时（视频）监控系统			10.0	2.0	—		
环境监测	配备辐射环境检测仪器，定期自检			—	—	2.0	—	—
	辐射工作人员佩戴个人剂量计，定期送检			—	—	0.5	—	—
总投资（万元）				18.5	3.0	18.5	—	—
				40			—	—

5、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	项目	内容	验收效果和环境预期目标
1	辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构或指派辐射管理专职人员	以文件形式成立辐射安全与环境保护管理小组
2	辐射安全防护措施	安全措施（门灯联动装置、警示标志、工作指示灯等）	门灯联动装置、警示标志、工作指示灯运行正常
3	人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员应参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗
		个人剂量检测	辐射工作人员个人剂量定期监测并建立个人剂量档案
		人员职业健康管理	辐射工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案
4	防护用品、监测仪器	个人剂量计	有与工作人员剂量匹配的个人剂量计
		个人防护用品	依据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 要求，为机房工作人员及患者配备个人防护用品
		辅助防护设施（工作人员）	依据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013) 要求，为 DSA 机房配备铅悬挂防护屏、铅防护帘等辅助防护设施
5	监测限值要求	个人剂量限值	工作人员和公众所受到的年附加有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对工作人员要求的剂量限值 20mSv/a 和本评价提出的管理限值 5mSv/a、对公众要求的剂量限值 1mSv/a 和本评价提出的管理限值 0.25mSv/a 的要求
		检查室（DSA 机房）屏蔽体外监测限值	工作场所外周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5μSv/h 的标准限值。
6	辐射环境管理	健全辐射环境管理制度，并认真贯彻执行	在完善现有辐射安全管理制度的基础上，还应制定《数字减影血管造影机（DSA）工作制度》、《放射工作场所监测制度》、《辐射工作人员培训制度》、《放射个人防护用品使用管理制度》、《辐射危害告知制度》、《受检者安全防护制度》等管理制度

辐射事故应急

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放射相关工作人员以及射线装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，根据《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）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，建设单位应建立《辐射事故应急预案》。

汉滨区第二医院已根据《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》的相关要求，编制并发布了《影像科放射性事故应急预案》，应急预案内容包括放射事件应急处理领导小组、放射事件应急处理遵循原则和放射事件应急处理程序；一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。

2、辐射事故应急预案补充内容

根据《陕西省放射性污染防治条例》：“核技术利用单位应当编制本单位辐射事故应急预案，报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括以下内容：（一）可能发生的辐射事故及危害程度分析；（二）应急组织指挥体系和职责分工；（三）应急人员培训和应急物资准备；（四）辐射事故应急响应措施；（五）辐射事故报告和处理程序。”。汉滨区第二医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》要求，进一步完善其辐射事故应急预案相关内容。

3、应急预案执行情况

根据现场调查，汉滨区第二医院运行至今尚未发生放射性相关事故，未启动过该应急预案。

评价要求建设单位应加强应急演练，防止环境风险的发生。一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，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，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应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

<p>一、结论</p> <p>1、项目概况</p> <p>汉滨区第二医院为加快现代化进程，促进医院各学科发展，提高医院的医疗水平，满足不同人群的就医需求，推动医院整体发展，拟在门诊大楼 2 楼东侧建设 DSA 机房 1 座，新增数字减影血管造影机（DSA）1 台，以开展介入治疗工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护的“实践的正当性”要求。</p> <p>汉滨区第二医院本次拟在医院门诊大楼 2 楼设置 1 座 DSA 机房，新增使用 1 台 Uniq FD20 型数字减影血管造影机（DSA），为 II 类射线装置。</p> <p>本项目总计投资 420 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 9.52%。</p> <p>2、选址及平面布置合理性分析</p> <p>项目位于汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧，DSA 机房位置较独立，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，选址和平面布置基本合理。</p> <p>3、环境质量现状</p> <p>本项目汉滨区第二医院门诊大楼 2 楼东侧，周边无放射性污染源（医院 CT 等 III 类射线装置位于门诊大楼 3 楼东北侧），故本次评价未开展辐射环境现状监测。根据《2018 年四季度陕西省辐射环境质量》，2018 年四季度，我省 5 个辐射环境自动监测站（陕西环保大厦、西安高标准型自动站、汉中市基本型自动站、延安市基本型自动站、宝鸡市基本型自动站）的空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，处于本底涨落范围内，监测结果为 74.7~99.3nGy/h；2018 年四季度，我省 23 个陆地监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率处于本底涨落范围内，累积剂量监测结果为 67.1~115.2nGy/h。</p> <p>4、环境影响评价</p> <p>项目检查室（DSA 机房）净尺寸为长 8.5m×宽 6.3m×高 3.1m，有效使用面积为 53.55m²，机房四周墙体、观察窗、防护门及屋顶的防护铅当量在 3~5mmPb 之间。机房的屏蔽防护、机房内有效使用面积及单边长度均满足《医用 X 射线诊断放射防护要</p>

求》（GBZ130-2013）的相关规定。采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求。

经估算分析可知：

① 辐射有效剂量率

在采集状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $6.30E-04 \sim 4.72E-01 \mu\text{Sv/h}$ ；在透视状态下，DSA 机房各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $1.26E-06 \sim 9.47E-03 \mu\text{Sv/h}$ 。满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。机房各屏蔽面的防护效果较好。

此外，上述评价是基于保守假设进行的。实际运行时，检查室（DSA 机房外）的辐射剂量率水平可以维持在正常本底水平。

② 职业人员年附加有效剂量估算

本项目拟调配 4 名专业人员进行介入治疗（1 名影像师和 3 名医生），DSA 机房工作人员为专职工作人员，不参与其他放射性工作；在采集模式下，采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；在透视模式下（即进行介入手术时），至少需 1 名医生和 1 名护士/助手在 DSA 机房内对患者进行手术。

C、操作室内职业人员年附加有效剂量估算

根据表 11-8 计算结果，操作室内职业人员年附加有效剂量为范围为 $7.25E-06 \sim 3.85E-03 \text{mSv}$ ；远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求（职业人员 20mSv ）及本评价所取的年剂量约束值（职业人员 5.0mSv ）。

D、介入手术医生年附加有效剂量估算

本次采用勉县红十字医院 Optima IGS 330 型 DSA 的监测数据对本项目介入手术操作人员的年有效剂量进行类比分析，根据类比监测结果：在 0.5mmPb 铅吊屏、 0.5mmPb 铅挂帘及 0.5mmPb 铅衣的防护下，第一术者位所受的辐射剂量率为 $4.64 \mu\text{Sv/h}$ ，第二术者位所受的辐射剂量率为 $3.43 \mu\text{Sv/h}$ ；不考虑轮换的状态下，DSA 机房内第一术者位、第二术者位医护人员在铅吊屏、铅衣等防护下所受的年有效剂量分别为 0.25mSv 、 0.26mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-

2002) 中要求的工作人员连续 5 年年平均有效剂量 (20mSv), 也不超过环境影响评价对职业人员年剂量约束值 (5mSv)。

本项目 DSA 床侧设置 0.5mmPb 铅吊屏、0.5mmPb 铅挂帘, 工作人员配备的铅衣铅帽铅围裙等均为 0.5mmPb, 与勉县红十字医院 Optima IGS 330 型 DSA 项目的防护铅当量相同, 可见本项目运行后职业人员附加有效剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中要求的工作人员连续 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)。

③ 公众年附加有效剂量估算

正常运行工况下, 机房外(除控制室外)公众所受的年附加有效剂量范围为 $3.36E-06 \sim 1.36E-03mSv$; 远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年剂量约束限值要求(公众人员 1mSv) 及本次评价所取的年剂量约束值(公众人员 0.25mSv)。

5、项目环保可行性结论

综上所述, 汉滨区第二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, 本项目是可行的。

建议和承诺

1、项目竣工后建设单位应按照国家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, 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、定期对放射工作人员进行个人剂量检测和健康体检, 对个人剂量检测报告、体检报告中出现问题及时查明原因, 采取有效措施妥善处理, 并留档案备查。

4、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。

5、医院应根据相关规定配备工作人员、患者个人防护用品, 对于铅衣等防护用品建议悬挂, 勿折叠、平放。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。

6、定期检查门灯联动装置、警示灯，确保其处于正常的工作状态。

7、医院应加强对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。

8、汉滨区第二医院应根据《陕西省放射性污染防治条例》要求，进一步完善其辐射事故应急预案相关内容，加强日常演练，做到有备无患。

仅供汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目公示使用

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

仅供汉滨区第二医院新增数字减影血管造影机 (DSA) 核技术利用项目公示使用