

西安交通大学第二附属医院
新增射线装置核技术应用项目
环境影响报告表

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

建设单位：	西安交通大学第一附属医院
评价单位：	中圣环境科技发展有限公司

二〇二零年三月

目录

一、项目基本情况.....	1
二、放射源.....	8
三、非密封放射性物质.....	8
四、射线装置.....	9
五、废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
六、评价依据.....	11
七、保护目标与评价标准.....	13
八、环境质量和辐射现状.....	17
九、项目工程分析与源项.....	18
十、辐射安全与防护.....	21
十一、环境影响分析.....	24
十二、辐射安全管理.....	32
十三、结论与建议.....	38

图件列表

- 图1-1 西安交通大学第二附属医院地理位置图
- 图1-2 西安交通大学第二附属医院平面布置图
- 图1-3 DSA机房平面布置图
- 图7-1 西安交通大学第二附属医院DSA评价范围
- 图9-1 DSA 检查流程及产污环节示意图
- 图9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

附件列表

- 附件1 西安交通大学第二附属医院《环境影响评价委托书》；
- 附件2 西安交通大学第二附属医院2019年年度检测报告；
- 附件3 西安交通大学第二附属医院现状监测报告。
- 附件4 西安市第三医院使用射线装置核技术利用项目辐射环境监测

一、项目基本情况

建设项目名称		西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目			
建设单位		西安交通大学第二附属医院			
法人代表	李宗芳	联系人	魏凯	联系电话	029-87679801
注册地址		西安市新城区西五路 157 号			
项目建设地点		西安市新城区西五路 157 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		1800	项目环保投资 (万元)	20	投资比例 (环保投资/总投资) 1.11%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	47.628
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					
<p>西安交通大学第二附属医院于 2014 年为提高诊疗水平,更好服务于患者,根据医院内各科室的需要,将原西一楼体检中心一层的飞利浦 ALura3000 型全数字心血管造影系统搬到西二楼三层 DSA 机房内,并进行了环境影响评价,取得了环评批复(陕环批复[2015]11 号)。该项目进行环保竣工验收时发现设备已损坏,则该项目一直处于暂停状态。现在西安交通大学医学院第二附属医院拟对该机房进行改造并新增一套 DSA 设备,原有的 ALura3000 型 DSA 设备淘汰。</p>					
2. 企业简介					
<p>西安交通大学第二附属医院位于西安市新城区西五路 157 号,地理位置见图 1-1,平面布置见图 1-2,是国家教育部、卫生部直属的一所集医疗、教学、科研、预防保健为一体的现代化大型综合医院,国家三级甲等医院。医院现开放病床 1600 张,年收住</p>					

各类病人 4 万余人次，年门急诊量 100 余万人次。现有 3000 余名教职员工，医院拥有先进的高端大型诊疗设备，总值达 2 亿元。如医用直线加速器（15MeV）、3.0TMR、128 层螺旋 CT、SPECT、DSA、各类国内外先进的电子腔镜、血液透析设备、3D 彩色超声仪、自动化分析仪等。拥有国际一流层流净化手术室和规模 ICU、EICU、CCU、NICU，为准确有效诊治疑难重症提供了可靠技术平台。



图 1-1 西安交通大学第二附属医院地理位置

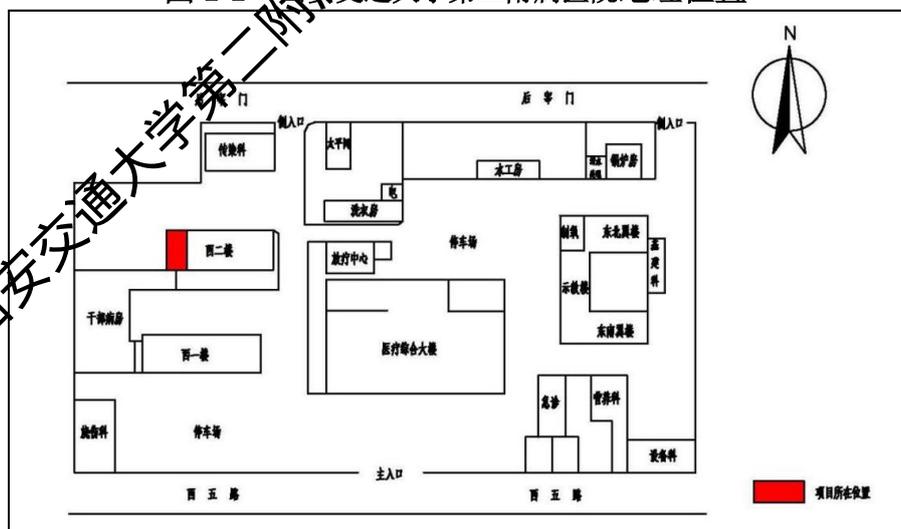


图 1-2 西安交通大学第二附属医院平面布置

3.项目由来

西安交通大学第二附属医院在西二楼二层介入治疗室拟新增 1 套数字减影血管造影系统（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,本项目拟使用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,西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目应编制环境影响报告表。西安交通大学第二附属医院于 2019 年 7 月委托中圣环境科技发展有限公司对医院将要新增的医用 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。在环境因素分析、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 3 月编制完成了《西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目环境影响报告表》。

4.项目建设规模

西安交通大学第二附属医院拟对西一楼二层的 DSA 机房进行改造并新增一套 DSA 设备。新增数字减影血管造影系统(DSA)设备参数见表 1-1,机房防护能力见表 1-2。

表 1-1 数字减影血管造影系统设备参数

名称型号	生产厂家	数量(台)	管电压(kV)	输出电流(mA)	球管个数	设备类型	安装位置
Artis Q biplane	Siemens Healthcare GmbH	1	125	1000	2 个	II 类	西二楼二层

表 1-2 数字减影血管造影系统专用机房的防护参数

项目	尺寸/防护厚度	
	现有机房	改造后机房
机房	5.6m×9.7m×4.2m, 面积 54.32m ²	5.4m×8.82m×4.2m, 面积 47.628m ²
屏蔽墙	南、北、西屏蔽墙均为 300mm 钢筋混凝土, 东侧屏蔽墙为 440mm 钢筋混凝土	南、北、西屏蔽墙均为 24cm 实心砖+3.5mmPb 防护涂料, 东侧屏蔽墙为 37cm 实心砖+3.5mmPb 防护涂料
屋顶	150mm 钢筋混凝土	150cm 混凝土+3.5mmPb 防护涂料
地板	150mm 钢筋混凝土	150mm 混凝土+2mmPb 当防护涂料
医护人员进出防护门	5mmPb	5mmPb
病人进出防护门	5mmPb	5mmPb
铅观察窗	5mmPb	5mmPb

5.实践正当性评价

西安交通大学第二附属医院使用数字减影血管造影系统(DSA)可自由全角度旋转,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，在为病人进行放射诊断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，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

西安交通大学第二附属医院拟新增的数字减影血管造影系统（DSA）位于西二楼二层介入治疗室内，南、西两侧临空，东侧为控制室、过道及楼梯间，北侧为设备间，楼上为会议室，楼下为另一 DSA 机房，机房平面布局见图 1-3。本项目 DSA 机房面积为 47.628m^2 （长 8.82m ，宽 5.4m ）大于 30m^2 ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）对新建、改扩建 X 射线机房的建设要求，DSA 设备布置在 DSA 机房中央，机房内最小单边长度为 5.4m 大于 4.5m 的长度要求。

本项目介入治疗室位于医院的西二楼二层，附近人员主要为医院神经内科的工作人员和患者，且介入治疗室位于二层最西侧，有利于医院安全管理。病人通过病人进出防护门直接进入介入治疗室，手术完成后由病人进出防护门离开；工作人员拟进入准备室消毒并穿戴防护用品后进入控制室，经由控制室工作人员防护门进入介入治疗室，手术完成后沿原路离开；手术过程中产生的医疗废物与污染物拟于手术完成后及时清理。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。西安交通大学第二附属医院拟新增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。病人及工作人员工作线路见图 1-3。

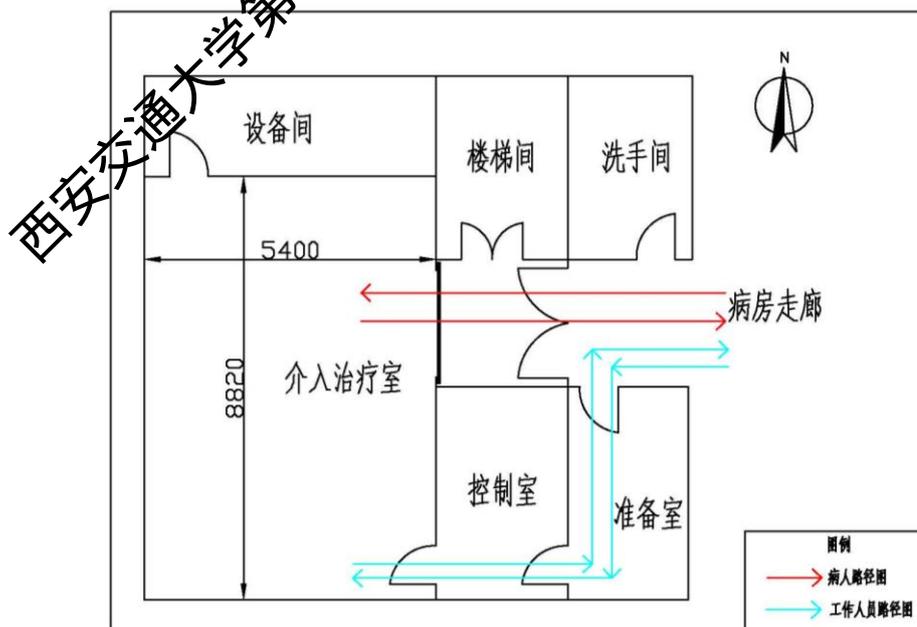


图 1-3 DSA 机房平面布置及线路图

7. 项目回顾

医院自 2009 年以来，共开展了 9 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 7 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二附属医院核技术应用项目	陕环批复[2009]26号	陕环批复[2013]第556号
2	西安交通大学医学院第二附属医院新增射线装置和放射性同位素核技术应用项目	陕环批复[2014]100号	陕环批复[2016]第3号
3	西安交通大学医学院第二附属医院新增射线装置核技术应用项目	陕环批复[2015]11号	
4	西安交通大学第二附属医院大孔径CT模拟定位机核技术应用项目登记表	备案文号： 20176101020000001	自主验收
5	西安交通大学第二附属医院 10MV 直线加速器核技术应用项目	陕环批复[2017]125号	自主验收
6	西安交通大学第二附属医院大明宫院区新增射线装置项目	陕环批复[2017]493号	
7	西安交通大学医学院第二附属医院新增 ¹²⁵ I 粒籽源核技术应用项目	备案号： 201761010200000511。	未验收
8	西安交通大学第二附属医院新增医用 X 射线装置建设项目	备案号： 201961010200000028。	自主验收
9	西安交通大学第二附属医院新建核医学科核技术应用项目	陕环批复[2019]190号	未验收

西安交通大学第二附属医院在 2011 年 11 月首次取得陕西省环保厅颁发的辐射安全许可证，证号为陕环辐证（00125），医院现持有《辐射安全许可证》发证日期为 2019 年 09 月 19 日，有效期至 2024 年 09 月 16 日，许可范围为：使用 V 类放射源，使用 II、III 类射线装置，使用非密封性放射物质，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（00125）核准的核技术应用项目内容一览表

(一) 放射源				
类别	核素	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		活动种类
V 类	⁹⁰ Sr	2.0E+8×2		使用
V 类	⁹⁰ Sr	3.0E+8×1		使用
(二) 非密封放射性物质				
场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
乙	^{99m} Tc	5.5E+8	1.48E+13	使用
乙	⁸⁹ Sr	7.4E+7	1.48E+10	使用
乙	³² P	3.7E+7	3.7E+9	使用
乙	¹³¹ I	1.11E+9	3.33E+12	使用
丙	¹²⁵ I	3.7E+4	7.4E+8	使用
乙	¹⁵³ S _m	3.7E+8	7.4E+11	使用

乙	^{18}F	7.4E+8	7.4E+11	使用
丙	^3H	1.85E+4	1.85E+8	使用
(三) 射线装置				
类别	装置名称	装置数量	活动种类	
II 类	加速器	2	使用	
	DSA	4	使用	
III 类	DR	5	使用	
	双源 CT	1	使用	
	64 排 CT	1	使用	
	16 排 CT	1	使用	
	骨密度仪	2	使用	
	碎石机	1	使用	
	数字胃肠机	1	使用	
	移动 DR	1	使用	
	中 C 型臂	1	使用	
	小 C 型臂	3	使用	
	CT 模拟定位机		使用	
	CT		使用	
	牙片机	1	使用	
	乳腺机	1	使用	
移动拍片机	1	使用		

8. 医院辐射安全管理现状

西安交通大学第二附属医院严格遵守《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，配合各级环保部门监督和指导，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西安交通大学第二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，以正式文件（西交二院[2018]97 号文）成立了辐射安全与防护管理领导机构（放射防护管理委员会），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：《放射防护管理委员会》、《放射防护管理委员会职责》、《放射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护知识及相关法律法规培训制度》、《放射防护安全保障制度》、《辐射工作场所及个人监测制度》、《放射工作人员档案管理制度》、《放射诊疗质量保证制度》、《放射源管理规章制度》、《非密封放射源安全管理制度》、《加速器技术人员工作职责》、《大孔径 CT 操作常规》、《维修物理室工作制度》、《ECT 操作规程》、《ECT 维修保养操作规程》、《放射性“三废”处理方法》、《核医学科放射源安全管理制度》、《核医学科放射防护细则》、《核医学科放射防护规范》《执行“放射源转移、转让、收贮”等备案制度》、《核医学科质控检测计划》、《患者及陪同人员的放射防护宣教与措施》、《射线装置维修保养制度》、《血管造影机（DSA）

仪器操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射事故应急预案》、《辐射事故应急报告流程图》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 376 人，均参加了环保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，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，2018 年 9 月至 2019 年 9 月，医院放射性工作人员的年度职业外照射个人剂量为 0.04~2.55mSv，满足相关标准要求；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职业病，对体检发现的白细胞减少、血红蛋白减少或血小板工作人员以及其它症状，医院已采取复检措施，经复检后，确认该工作人员未发生疑似职业病。

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同位素与射线装置应用场所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。2019 年医院委托陕西新高科辐射技术有限公司对医院现有的 19 台放射诊疗装置、20 间放射工作场所和核医学科进行了环境辐射水平年度检测，并出具了检测报告，报告编号为 FHJC-SXGK-002019413。根据检测报告可知，监测结果结论为：西安交通大学第二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、墙面的 β 表面污染监测结果为 0.34~1.46Bq/cm²，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；21EX 型电子加速器、TRILOGY 型电子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 处剂量率检测结果分别小于 0.88 μ Sv/h、0.83 μ Sv/h，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中 2.5 μ Sv/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在 0.08~1.76 μ Sv/h 范围之内，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 2.5 μ Sv/h 限值要求，年度检测报告见附件 2。

西安交通大学第二附属医院严格执行按照陕西省环保厅的各项要求，并且认真履行各项规章制度，每年接受省辐射监督管理站、西安市环保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，对其要说明是汉中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	1	Artis Q biplane		1000	诊疗	介入治疗室	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

六、评价依据

<p>评价 委托书</p>	<p>西安交通大学第二附属医院《环境影响评价委托书》，2019.7.4，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）》，2018.12.29</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(修改)》，国务院 709 号令，2019.3.2；</p> <p>(2) 国务院《关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，国务院令 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）》（部令第 47 号），2017.12.12；</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《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号）2016.3.7；</p> <p>(5) 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>(6) 生态环境部《建设项目环境影响评价分类管理名录》（部令第 44 号），2016.12.27；</p> <p>(7) 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)，2019.11.6；</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）；</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>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，考虑以介入治疗室周围50m作为环境影响评价范围，评价范围见图7-1。



图7-1 西安交通大学第二附属医院DSA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	距射线装置距离	保护内容	控制目标
1	本项目介入治疗室内的介入手术人员	工作区内	0.3m	年有效剂量	年有效剂量不大于 5mSv
2	本项目控制室内放射性操作人员	工作区内	2.7m		
3	机房周围神经内科工作人员及患者	工作区外	5.4m		年有效剂量不大于 0.25mSv
4	会议室		2.9m		

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(但不包括任何追溯平均), 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

《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 相关条款节选

(1) X 射线设备机房防护设施的技术要求

① X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上楼下)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 and 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 2 要求, 见表 7-2。

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

^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

(2) X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求:

① 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求, 见表 7-3。

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

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 D。

③ 应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应由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。

(3) 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(其检测方法及监测条件按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求)。

① 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$; 测量时, X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

② 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。

(4) 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) 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, 且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 4 (见表 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的需要, 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于

0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5mmPb。

表 7-4 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 护帘、床侧防护 帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏 风	铅橡胶性腺防护围裙 （方形）或方巾、铅 橡胶颈套、铅橡胶帽 子、阴影屏蔽器具	---

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

八、环境质量和辐射现状

1.项目地理位置

西安交通大学第二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，拟对医院西二楼二层的介入治疗室进行改造并新增一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

2020年3月9日委托陕西省放射性物质监督检验站对西安交通大学第二附属医院的辐射环境本底值进行了监测，监测结果见表 8-1，监测报告及监测点位见附件 2。

表 8-1 辐射环境剂量率监测结果¹⁾

序号	检测位置	X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)		
		最小值	最大值	平均值
1	机房内	115.3	136.2	119.1
2	机房防护门外	121.4	133.8	129.3
3	二楼大厅	147.8	158.4	154.1
4	一楼大厅	139.0	150.5	144.8
5	西二楼外南侧裸露土壤 1	118.8	134.6	124.7
6	西二楼外南侧裸露土壤 2	118.8	139.0	133.1

注：以上检测数据均未扣除仪器对宇宙天然射线的响应值。

《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》(1988年11月)陕西省西安市辐射空气吸收剂量率天然辐射水平见表 8-2。

表 8-2 西安市环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果 (nGy/h)

省	地区(市)	原野 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		道路 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		室内 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
		范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
陕西省	西安市	70~117	71.0	52.0~121.0	76.0	79.0~130.0	107.0

又根据陕西省环保厅发布的《2019年四季度陕西省辐射环境质量》，2019年第四季度西安地区空气吸收剂量率为(77.4~78.9) nGy/h，则西安交通大学第二附属医院西一楼二楼介入治疗室的 γ 辐射空气吸收剂量率监测值与西安市天然环境 γ 辐射空气吸收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，在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。

（1）DSA 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。

(2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。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。

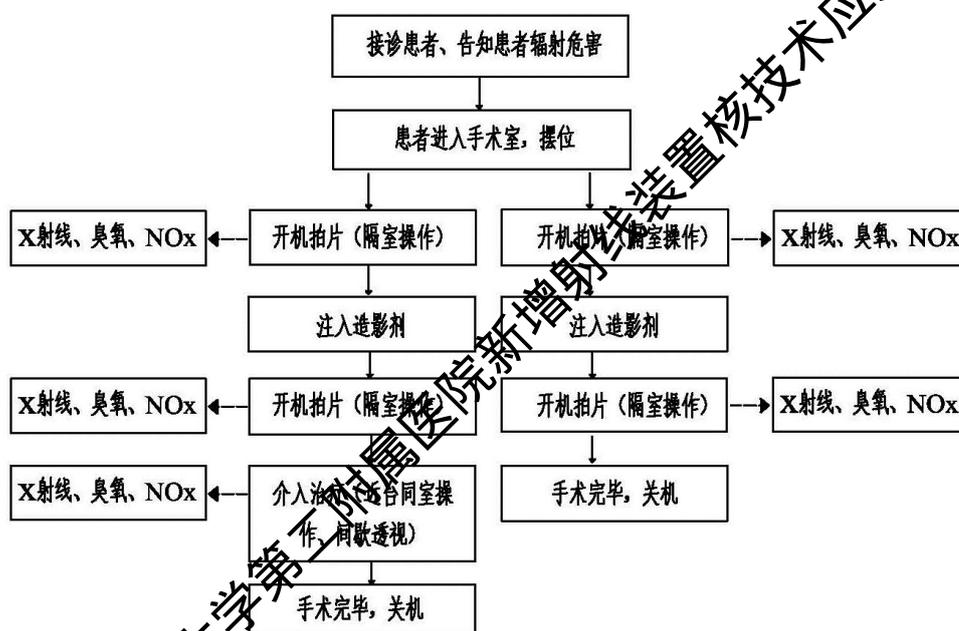


图 9-1 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

4.污染源项

本项目使用 1 台数字减影血管造影系统（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）的 X 射线系统在拍片或透视时，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。

5.工作人员及工作时间

(1) 工作人员

本项目共配备 15 名工作人员，其中 10 名医师，4 名护士，1 名技师，均为医院现有工作人员，且这些工作人员除操作本设备外，还进行其他设备的放射性工作。

(2) 工作时间

根据西安交通大学第二附属医院提供资料，介入治疗室数字减影血管造影系统每年最多进行手术 1600 台，每台手术一般采集 8min，透视 10min。

污染途径

1.正常工况

数字减影血管造影装置（DSA）固定在介入治疗室内，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，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。

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

十、辐射安全与防护

项目安全设施

1. 辐射屏蔽措施

根据西安交通大学第二附属医院提供的资料，改建后的医用数字减影血管造影（DSA）机房采取实体防护设施，具体情况见表10-1。

表10-1 涉及工作场所的实体防护设施表

房间名称	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
DSA机房	南、北、西屏蔽墙均为24cm实心砖+3.5mmPb防护涂料，东侧屏蔽墙为37cm实心砖+3.5mmPb防护涂料	5mmPb	5mmPb	15cm混凝土+3.5mmPb防护涂料	15cm混凝土+2mmPb防护涂料

2. 辐射防治措施

(1) 已有的安全防护措施

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。

②辐射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，并至少应保存至本人满75周岁或离开辐射工作岗位5年。辐射工作人员上岗前和离开辐射工作岗位时要进行健康体检。

(2) 还需采取的安全防护措施

①在机房门口设置明显的放射性警告标识和中文警示说明。

②机房和控制室之间设有观察窗，应配置对讲系统。

③机房门外应设置醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上应设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。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。

④机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。

⑤应配置适量的不低于0.5mm铅当量的工作人员防护用铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等；以及不低于0.5mm铅当量的受检者防护用铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等。

⑥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。

⑦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。

⑧ 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。

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。本项目把介入治疗室划为控制区。

(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。监督区范围内应尽可能限制无关人员进入，机房楼下为另一个 DSA 机房，楼上为会议室，本项目将与介入治疗室相连的控制室、准备室、设备间以及楼上的会议室设置为监督区。分区平面布置图见图 10-1。

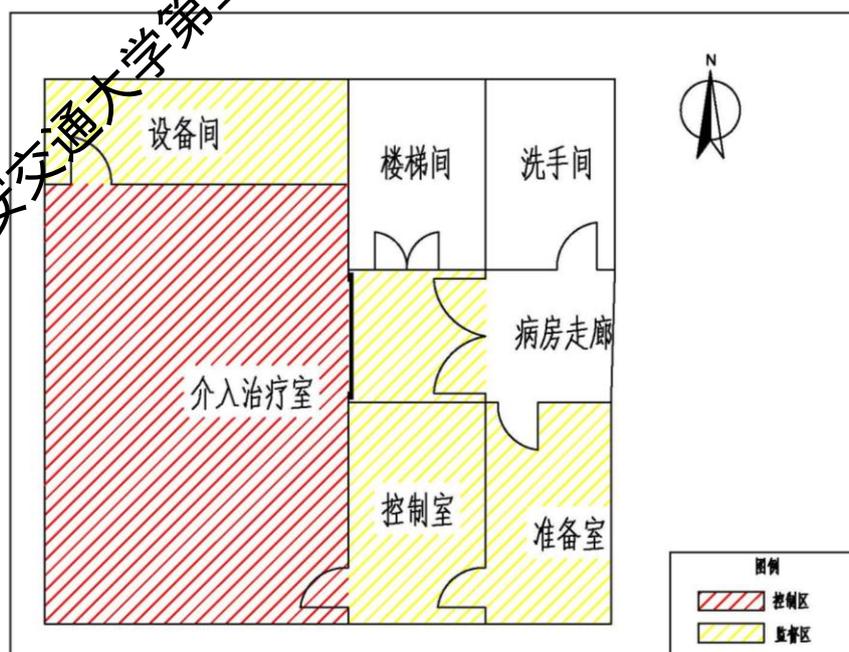


图 10-1 项目分区平面布置图

三废

数字减影血管造影（DSA）运营期不产生废水和固废，运营期将会产生大气污染物臭氧。DSA 检查室将设有动力排风系统。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，符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准($0.2\text{mg}/\text{m}^3$)要求。

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

十一、环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 机房位于西二楼二层，在原有设备机房改造建设，因此在机房建设过程中会产生少量的施工垃圾、噪声及废气等影响。施工噪声、施工垃圾及施工废气对环境的影响是短暂的、局部的，随着建设过程结束而消失，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1. 机房防护

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)附录 D 计算出，24cm 实心砖相当 1.8mmPb 当量；37cm 实心砖相当于 2.9mmPb 当量，15cm 混凝土相当于 1.7mmPb 当量。本项目介入手术室的屏蔽防护设计详见表 11-1。

11-1 本项目介入手术室的屏蔽防护设计

机房类别	项目	屏蔽设备	铅当量
介入治疗室	南屏蔽墙	24cm实心砖+3.5mmPb防护涂料	5.3mmPb
	北屏蔽墙	24cm实心砖+3.5mmPb防护涂料	5.3mmPb
	西屏蔽墙	24cm实心砖+3.5mmPb当防护涂料	5.3mmPb
	东屏蔽墙	37cm实心砖+3.5mmPb防护涂料	6.4mmPb
	屋顶	15cm混凝土+3.5mmPb防护涂料	5.2mmPb
	地板	15cm混凝土+2mmPb防护涂料	3.7mmPb
	医护人员进出防护门	5mmPb	5mmPb
	病人进出防护门	5mmPb	5mmPb
	铅观察窗	5mmPb	5mmPb

因此本项目 DSA 手术室辐射防护屏蔽措施与标准对比见表 11-2:

表 11-2 机房屏蔽设计参数

设计尺寸	标准要求		评价
使用面积: 47.628m ²	参照双管头医用射线装置≥30m ²		符合
最小单边长度: 5.4 m	≥4.5m		符合
拟采取的屏蔽措施	等效铅当量	标准要求	评价
南、北、西屏蔽墙均为24cm实心砖+3.5mmPb当量防护涂料	5.3mmPb	≥2mmPb	符合
东侧屏蔽墙为37cm实心砖+3.5mmPb防护涂料	6.4mmPb	≥2mmPb	符合
屋顶: 15cm混凝土+3.5mmPb防护涂料	5.2mmPb	≥2mmPb	符合
地板: 15cm混凝土+2mmPb防护涂料	3.7mmPb	≥2mmPb	符合
医护人员进出防护门: 5mmPb	5mmPb	≥2mmPb	符合
病人进出防护门: 5mmPb	5mmPb	≥2mmPb	符合
铅观察窗: 5mmPb	5mmPb	≥2mmPb	符合

根据表 11-1 可知，本项目机房的有效面积为 47.628 m²，最小单边长度为 5.4m，机房的防护能力均大于 2mmPb，各项指标均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130

-2013)“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; 介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量不小于 2mmPb, 非有用线束方向铅当量不小于 2mmPb”的要求。

2. 环境影响

本项目 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》, 当管电压为 90kV 时, 离靶 1m 处的剂量率约为 6.75mGy/mA·min, 参考同类型装置运行情况, 透视时最大管电流保守取 10mA, 采集取 500mA, 则本项目透视状态下距靶点 1m 处的最大剂量率取 4.05×10⁶μSv/h, 采集状态下距靶点 1m 处的最大剂量率取 2.02×10⁸μSv/h。

(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 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。

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

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

式中:

H_L—关注点泄漏辐射剂量率, μGy/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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)附录 D 计算得出;

d—计算点距源点的距离, m;

H₀—离靶 1m 处的剂量率, μGy/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。

不同屏蔽物质 90kV 下辐射衰减的有关的三个拟合参数见表 11-3。

表 11-3 屏蔽物质 90kV 下辐射衰减的有关的三个拟合参数

90kV	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726

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 11-4。

表 11-4 各关注点泄露辐射剂量率估算结果

点位	点位描述	X	f	d (m)	(B)	H_L ($\mu\text{Gy/h}$)	
1	机房北侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.1%	4.95	6.85×10^{-9}	透视	1.13×10^{-6}
						采集	5.65×10^{-5}
2	机房南侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.1%	4.95	6.85×10^{-9}	透视	1.13×10^{-6}
						采集	5.65×10^{-5}
3	机房东侧墙外 0.3m	6.4mmPb	0.1%	3.37	2.35×10^{-10}	透视	8.37×10^{-8}
						采集	4.17×10^{-6}
4	机房西侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.1%	3.24	6.85×10^{-9}	透视	2.64×10^{-6}
						采集	1.32×10^{-4}
5	医护人员进出防护门 外0.3m	5mmPb	0.1%	3.37	1.72×10^{-8}	透视	6.13×10^{-6}
						采集	3.06×10^{-4}
6	病人进出防护门 外0.3m	5mmPb	0.1%	3.37	1.72×10^{-8}	透视	6.13×10^{-6}
						采集	3.06×10^{-4}
7	观察窗外0.3m	5mmPb	0.1%	3.37	1.72×10^{-8}	透视	6.13×10^{-6}
						采集	3.06×10^{-4}
8	机房楼上距地板 0.3m 处 (会议室)	5.2mmPb	0.1%	3.2	9.31×10^{-9}	透视	3.68×10^{-6}
						采集	1.84×10^{-4}
9	机房楼下距一层屋顶 0.3m处 (DSA机房)	7mmPb	0.1%	1.75	9.26×10^{-7}	透视	1.23×10^{-3}
						采集	6.11×10^{-2}

(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 400cm^2 散射面积)，

取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1;

S 一散射面积, 取典型值 100cm^2 ;

d_0 一源与患者的距离, 一般取 0.3m;

d_s 一患者与关注点的距离, m;

B一屏蔽透射因子, 按式 11-2 计算。

②估算结果

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

表 11-5 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)	透射因子	H _s ($\mu\text{Gy/h}$)	
								透视	采集
1	机房北侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.0013	100	4.95	0.3	8.5×10^{-9}	透视	4.09×10^{-6}
								采集	2.04×10^{-4}
2	机房南侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.0013	100	4.95	0.3	6.85×10^{-9}	透视	4.09×10^{-6}
								采集	2.04×10^{-4}
3	机房东侧墙外 0.3m	6.4mmPb	0.0013	100	3.37	0.3	1.09×10^{-9}	透视	3.02×10^{-7}
								采集	1.51×10^{-5}
4	机房西侧墙外 0.3m	5.3mmPb	0.0013	100	3.24	0.3	6.85×10^{-9}	透视	9.54×10^{-6}
								采集	4.76×10^{-4}
5	医护人员进出防护门外0.3m	5mmPb	0.0013	100	3.37	0.3	1.72×10^{-8}	透视	2.21×10^{-5}
								采集	1.10×10^{-3}
6	病人进出防护门外0.3m	5mmPb	0.0013	100	3.37	0.3	1.72×10^{-8}	透视	2.21×10^{-5}
								采集	1.10×10^{-3}
7	观察窗外0.3m	5mmPb	0.0013	100	3.37	0.3	1.72×10^{-8}	透视	2.21×10^{-5}
								采集	1.10×10^{-3}
8	机房楼上距地板0.3m处(会议室)	5.2mmPb	0.0013	100	3.2	0.3	9.31×10^{-9}	透视	1.33×10^{-5}
								采集	6.63×10^{-4}
9	机房楼上距一层屋顶0.3m处(DSA机房)	3.7mmPb	0.0013	100	1.75	0.3	1.71×10^{-6}	透视	4.42×10^{-3}
								采集	2.21×10^{-1}

(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 11-6。

表 11-6 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: $\mu\text{Gy/h}$)		
		泄露辐射剂量率 H _L	散射辐射剂量率 H _s	总有效剂量率 H _R	泄露辐射剂量率 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	5.65×10^{-5}	2.04×10^{-4}	2.60×10^{-4}	1.13×10^{-6}	4.09×10^{-6}	5.22×10^{-6}

2	机房南侧墙外 0.3m	5.65×10^{-5}	2.04×10^{-4}	2.60×10^{-4}	1.13×10^{-6}	4.09×10^{-6}	5.22×10^{-6}
3	机房东侧墙外 0.3m	4.17×10^{-6}	1.51×10^{-5}	1.92×10^{-5}	8.37×10^{-8}	3.02×10^{-7}	3.86×10^{-7}
4	机房西侧墙外 0.3m	1.32×10^{-4}	4.76×10^{-4}	6.08×10^{-4}	2.64×10^{-6}	9.54×10^{-6}	1.22×10^{-5}
5	医护人员进出防护 门外0.3m	3.06×10^{-4}	1.10×10^{-3}	1.41×10^{-3}	6.13×10^{-6}	2.21×10^{-5}	2.83×10^{-5}
6	病人进出防护门 外0.3m	3.06×10^{-4}	1.10×10^{-3}	1.41×10^{-3}	6.13×10^{-6}	2.21×10^{-5}	2.83×10^{-5}
7	观察窗外0.3m	3.06×10^{-4}	1.10×10^{-3}	1.41×10^{-3}	6.13×10^{-6}	2.21×10^{-5}	2.83×10^{-5}
8	机房楼上距地板 0.3m 处（会议室）	1.84×10^{-4}	6.63×10^{-4}	8.46×10^{-4}	3.68×10^{-6}	1.33×10^{-5}	1.70×10^{-5}
9	机房楼下距一层屋 顶0.3m处（DSA机 房）	6.11×10^{-2}	2.21×10^{-1}	2.82×10^{-1}	1.23×10^{-3}	4.42×10^{-3}	5.65×10^{-3}

由表 11-6 可知，在采集状态下，DSA 机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $1.92 \times 10^{-5} \mu\text{Gy/h} \sim 0.28 \mu\text{Gy/h}$ ；在透视状态下，DSA 机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $3.86 \times 10^{-7} \mu\text{Gy/h} \sim 0.01 \mu\text{Gy/h}$ ；本项目 DSA 机房各屏蔽表面外 0.3m 处的附加剂量率满足《医用 X 射线诊断防护要求》（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。

3.个人剂量估算

(1) 职业人员有效剂量估算

①职业人员所受到的年有效剂量计算公式：

$$H_w = H_R \times K \times T \times t$$

式中： H_w 一年受照剂量；

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，如表 11-7 所示，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 一年曝光时间，h/a。

②出束时间

根据医院提供资料，DSA 预计年平均手术约 1600 例，每例手术透视出束时间约 10min，则设备透视出束时间约 266.67h/a；每例手术采集出束时间约 8min，则设备采集出束时间约 213.33h/a。

③计算结果

辐射工作人员主要为操作间工作人员和 DSA 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，根据表 11-6 可知，控制室内最大辐射剂量率为采集状态下 $1.41 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ，透视状态下 $2.83 \times 10^{-5} \mu\text{Gy/h}$ ；DSA 预计年最大透视出束时间约 266.67h/a；年最大采集出束时间约 213.33h/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 $0.3 \mu\text{Sv/a}$ ；又根据医院提供的资料，本项目共配备 15 名工作人员，其中 10 名医师，4 名护士，1 名技师，除技师外，其他人员进入介入手术室进行介入操作，根据医院提供的资料，该名技师 2018 年 9 月至 2019 年 9 月全年个人剂量总有效剂量最大值为 0.09mSv/a ，则该设备控制室工作人员全年有效剂量最大为 0.09mSv/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 DSA 介入室内操作人员年有效剂量，本次采用西安第三医院的西门子 Artis Q biplane 型 DSA 的监测数据进行类比分析（附件 4），类比情况见表 11-7，检测结果见表 11-8。

11-7 DSA 射线装置可比性分析

内容	类比对象	本项目
技术参数（最大管电压/管电流）	125kV/1000mA	125kV/1000mA
设备型号	Artis Q biplane（西门子）	Artis Q biplane（西门子）
机房面积（ m^2 ）	47.89	47.628
机房内最小单边长度（m）	6.42	5.4

表 11-8 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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
		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。

由表 11-7 可知，西安市第三医院 DSA 与本项目 DSA 型号、最大管电压、最大管电流均相同，类比较为可行。

根据表 11-8 的监测数据，在 0.5mmPb 铅帘、 0.5mmPb 铅服的防护下，第一术位所受的辐射剂量率最大为 $3.65 \mu\text{Sv/h}$ 。在不考虑轮换的状态下，DSA 介入手术室内第一术位所受的年有效剂量为 0.97mSv ；根据医院提供的资料，本项目配备的 15 名工作人员中除 1 名技师外全部进行 DSA 介入操作，这 14 名工作人员 2018 年 9 月至 2019 年 9 月全年个人剂量

总有效剂量最大值为0.11mSv/a，则该设备介入操作工作人员全年有效剂量最大为1.08mSv/a，且该项目配备的工作人员实行轮班制，其受到的个人剂量会进一步降低，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）。

(2) 公众有效剂量估算

在设备正常运行情况下，计算各点位公众人员所受的年有效剂量，计算结果见表11-6。

表 11-6 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 (μGy/h)		H _w (mSv/a)		总剂量 (mSv/a)
				透视	采集	透视	采集	
1	病人进出防门外 0.3m (过道)	1/8	266.67	透视	2.83×10^{-5}	透视	9.44×10^{-5}	3.84×10^{-5}
				采集	1.41×10^{-3}	采集	2.25×10^{-5}	
2	机房楼上距地板 0.3m处 (会议室)	1/4	266.67	透视	8.46×10^{-4}	透视	5.64×10^{-5}	5.73×10^{-5}
				采集	1.70×10^{-5}	采集	9.07×10^{-7}	
3	机房东侧墙外 0.3m (楼梯间)	1/8	266.67	透视	1.79×10^{-6}	透视	5.97×10^{-8}	2.44×10^{-6}
				采集	8.92×10^{-5}	采集	2.38×10^{-6}	

由表 11-6 可知，DSA 运行期间，公众人员能到各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 0.1mSv/a 的约束值。

事故风险评价及应急预案

1. 风险识别

结合 DSA 装置工艺流程，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) 屏蔽厚度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) 配备必要的辐射监测仪器，对工作场所实施必要辐射环境监测，及时发现使用过程中可能存在的射线的泄露；

(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) 制定规范的操作规程，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) 完善 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、铅屏风及铅帘等防护用品。

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

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。

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。具体管理内容及管理要求见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）

序号	管理内容	管理要求
1	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，应包含辐射环境安全管理工作内容。
		明确辐射安全管理部门和岗位的安全职责。
		提供确保辐射安全所需的人力资源和物质保障。
	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。
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。
		建立辐射安全管理档案。
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。
		直接从事放射工作的人员
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。		
2	机构建设	设立辐射环境安全机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人。
3	制度执行	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。
		建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。
		建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档

		案的连续有效性。
		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),并建立维护与维修工作记录档案(包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间)。
		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。
		建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度,定期对监测仪器设备进行检定,并建立检定档案。
4	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。

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到位,医院已按照《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》、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设目标表》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,其主要职责如下:

- (1) 负责本院的辐射和放射安全防护的管理工作;
- (2) 严格按照放射卫生法律法规、核安全与辐射环境监督管理相关法律法规,管理和宣传工作
- (3) 负责《辐射安全许可证》与《放射诊疗许可证》的申报与年度检验的相关管理工作。
- (4) 负责放射性同位素设备及射线装置、放射工作场所及其周围环境、放射防护设施性能等进行年度检测,对放射工作人员进行个人剂量监测、评价,并建立档案。
- (5) 负责辐射和放射防护安全培训、操作人员健康检查等管理工作。
- (6) 负责放射性同位素、射线装置的安全检查与定期维护保养的管理工作。
- (7) 负责放射性同位素、射线装置出现故障与人员伤害应及时上报,并按规定要求及时处理工作。
- (8) 辐射和放射诊疗设备和场所设置规定的警示标志检查与管理工作。
- (9) 配置使用场所相适应的防护设施、设备及个人防护用品,加强检查与管理工作。

(10) 负责所有辐射和放射防护记录与资料，妥善保管，及时归档。

2 相关制度及要求

西安交通大学第二附属医院严格遵守相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，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，具体如下：

(1) 医院已按照相关标准及要求建立了《放射防护管理委员会》、《放射防护管理委员会职责》、《放射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护知识及相关法律法规培训制度》、《放射防护安全保障制度》、《辐射工作场所及个人监测制度》、《放射工作人员档案管理制度》、《放射诊疗质量保证制度》、《放射源管理制度》、《非密封放射源安全管理制度》、《加速器技术人员工作职责》、《介入孔径CT操作常规》、《维修物理室工作制度》、《ECT操作规程》、《ECT维修保养操作规程》、《放射性“三废”处理方法》、《核医学科放射源安全管理制度》、《核医学科放射防护细则》、《核医学科放射防护规范《执行“放射源转移、转让、收贮”等备案制度》、《核医学科质控检测计划》、《患者及陪同人员的放射防护宣教与措施》、《射线装置维修保养制度》、《血管造影机（DSA）仪器操作规程》、《射线装置操作规程》、《辐射事故应急预案》、《辐射事故应急报告流程图》等规章制度制度，并严格按照规章制度执行。

(2) 为加强对辐射安全和放射防护管理工作，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) 医院辐射工作人员（包括本项目配备的15名放射性工作人员）均参加了环保部门认可的上岗培训，接受了辐射防护安全知识和法律法规教育并取得了培训合格证书。

(4) 辐射工作人员均配备了个人剂量计，按期接受剂量监测，并建立了个人剂量档案。

(5) 放射工作人员每两年进行一次体检并建立了个人健康档案。

(6) 医院编制了辐射安全年度评估报告，并于每年1月31号之前向发证机关提交了上一年度评估报告。

3.还应采取的措施

(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每四年一次的要求进行复训，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) 新增放射工作人员须进行岗前职业性体检，体检合格方能从事放射工作。

(3) 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。

(4) 应建立全国核技术利用安全申报系统运行管理制度，制定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息跟新真实、准确、及时、完整。

(5) 应建立辐射安全环境监测设备使用和检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。

(6) 辐射管理人员应参加环保部门认可的辐射和放射防护安全培训，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。

辐射监测

1 已有项目的辐射监测开展情况

(1) 验收监测：医院已运行项目均已委托监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行了全面的验收监测，并取得了验收批复。

(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12-3。

表12-3 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，距机房和防护门的距离为 30cm，屋顶上方监测点距屋顶地面为 100cm，放射性工作人员操作位，机房	X-γ 剂量率	每月自检 1 次，每年由有资质单位监测一次	

	线缆口;			
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、工作指示灯	每月自查1次	

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院根据可能发生的辐射事故的风险，编制了辐射事故应急预案，成立了的辐射事故应急救援工作小组负责本单位的辐射事故应急管理工作。该医院的辐射事故应急预案主要包括可能发生的辐射事故及危害程度分析、应急组织指挥体系和职责分工、应急人员培训和应急物资准备、辐射事故应急响应措施、辐射事故报告和处理程序等内容，满足《陕西省核技术应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）对应急预案的相关要求。

发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，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。

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 1800 万元，计划环保工程投资 20 万元，占项目总投资的 1.11%，主要用于警示标牌、报警装置、防护用品等。

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	控制室日常辐射监测	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	工作场所设立电离辐射警示标志	电离辐射警示标志张贴、使用符合 GB18871 的相关要求	警告无关人员不要靠近
4	防护用品	按照辐射工作场所要求配备的防护用品及防护用品	确保放射性工作人员及公众人员安全
5	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
6	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	确保放射性工作人员安全

		人员和疑似放射性疾病人员的调查、复检及处置结果	
7	培训	所有辐射人员都取得从业资格，获得有资质单位颁发的辐射安全和防护知识培训合格证	确保放射性工作人员安全意识
8	安全措施	现场检查	机房安全联锁、门灯联锁、急停装置、报警、监控等装置
9	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

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

十三、结论与建议

结论

1.西安交通大学第二附属医院为加强医院医疗能力建设,提高诊疗水平,对医院西二楼二层介入治疗室进行改造,并新增1套数字减影血管造影系统(DSA),原有设备淘汰。新增设备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,因此西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目符合《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.西安交通大学第二附属医院新增的数字减影血管造影系统(DSA)位于西二楼二层介入治疗室内,东侧为控制室、过道及楼梯间,北侧为设备间,西侧为会议室,楼下为另一DSA机房,介入治疗室位于西二楼二层最西侧,附近人员主要为医院神经内科的工作人员和患者,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,也有利于科室射线装置管理。西安交通大学第二附属医院新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.数字减影血管造影机(DSA)环境影响评价结论

(1)经理论计算,本项目数字减影血管造影机(DSA)机房外辐射水平最大为 $0.52\mu\text{Sv/h}$,低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制目标。

(2)设备正常运行时,控制室辐射工作人员所受年有效剂量为 0.09mGy/a ,DSA介入操作人员所受年有效剂量为 1.08mSv/a ,满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002)中要求的工作人員连续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)DSA运行期间,公众人员能到达位置及周边保护目标所受年有效剂量为 $5.73\times 10^{-5}\text{mSv/a}$,未超过本项目设置的公众人员辐射剂量 0.25mSv/a 的约束值。

4.所有放射性工作人员及辐射管理人员均参加了环保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。

本评价项目拟新增的DSA机房建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计,则本项目正常运行时,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。随着医院的发展和DSA手术量的增多可能会引起放射性工作人员年有效剂量的增加,医院应及时鉴定个人剂量计并配备相应的放射性工作人员,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. 西安交通大学第二附属医院新增DSA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建设表》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，并于验收时同时达到标准化指标要求。

西安交通大学第二附属医院新增射线装置核技术应用项目

十四、审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

年月日

审批意见：

公章

经办人：

年月日