

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	8
表 3	非密封放射性物质.....	8
表 4	射线装置.....	9
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表 6	评价依据.....	11
表 7	保护目标与评价标准.....	13
表 8	环境质量和辐射现状.....	18
表 9	项目工程分析与源项.....	22
表 10	辐射安全与防护.....	28
表 11	环境影响分析.....	33
表 12	辐射安全管理.....	50
表 13	结论与建议.....	62
表 14	审批.....	66

附录

附图

- 附图一 项目现场照片
- 附图二 项目所在地理位置图
- 附图三 医院总平面布置图
- 附图四 项目周边关系图
- 附图五 住院大楼一楼放射科平面布置图
- 附图六 住院大楼一楼 DSA 机房、DR 机房改建前平面布置图
- 附图七 住院大楼一楼 DSA 机房、DR 机房改建后平面布置图

附件

- 附件一 环境影响评价委托函
- 附件二 现状环境资料质量保证单
- 附件三 《长沙市鹏悦环保工程有限公司检测报告》鹏辐（检）[2017]026 号
- 附件四 辐射安全许可证正副本（湘环辐证[00608]）
- 附件五 成立《辐射防护安全管理小组》的通知
- 附件六 医院辐射工作人员培训证书
- 附件七 辐射工作人员个人剂量检测报告
- 附件八 辐射工作人员健康体检报告
- 附件九 辐射防护相关管理制度
- 附件十 永州市中医医院核技术利用项目屏蔽防护情况确认一览表
- 附件十一 永州市中医医院核技术应用环境影响报告表环评批复（湘环评辐表[2011]36 号）

附表

- 附表一 建设项目环境影响评价审批登记表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		永州市中医医院核技术利用改扩建项目			
建设单位		永州市中医医院			
法人代表	王文革	联系人	李 xx	联系电话	137xxxx2420
注册地址		永州市冷水滩区九嶷巷 14 号			
项目建设地点		永州市冷水滩区九嶷巷 14 号永州市中医医院住院大楼一楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	980	项目环保 投资(万元)	39	投资比例（环保 投资/总投资）	4%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	/
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 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 checked="" type="checkbox"/> III 类		
	其它	/			
项目概述					
1.1 核技术应用的目的是任务：					
<p>当今，X 射线影像诊断技术已经广泛应用于医学临床诊断工作。放射诊断是根据病人的病情需要对病人的身体某些部位或全身进行显像，拍出 X 光片或者保存数字影像以供医学临床诊断。有时，医生需要 X 射线影像的指引下进行骨科复位、体内取异物等工作。本项目主要利用医用 X 射线装置进行放射诊断和介入手术。</p>					
1.2 建设单位概述					
<p>永州市中医医院创于 1955 年，位于永州市冷水滩区九嶷巷 14 号，是永州市目前具有较大规模、科室设置齐全、技术力量雄厚、医疗设备完整的集临床、急救、教学、</p>					

续表 1 项目基本情况

科研、预防、保健于一体的三级甲等中医医院。是市、县（区）两级医保、农合及各类商业保险定点医院，湖南中医药大学附属医院，湖南中医药高等专科学校教学医院，国家执业医师（中医类）实践技能考试基地，湖南省全科医生培养基地，湖南省中医住院医师规范化培训基地，永州市高校毕业生就业见习基地。

医院占地 80 余亩，业务用房 68000 平方米，床位 800 张，现有职工 600 余人，其中高级职称 80 余人，设有内、外、妇、儿、针灸、骨伤、血透、治未病、ICU 等 30 多个临床和医技科室。其中，针灸科属国家级重点专科；骨伤科属国家重点专科协作组成员，湖南省重点专科；内科系统中的中风病科、脾胃病科属湖南省重点专科，肿瘤科是永州市唯一一所规范的中西医肿瘤专科。科内拥有我市唯一的陀螺刀精确放疗设备及深部热疗仪，开展肿瘤病的放疗、化疗、热疗等中西医结合治疗。

医院现配备有 1.5T 磁共振、64 排 128 层螺旋 CT、数字胃肠机、放射 DR 机、骨密度测量仪、钼靶乳腺机、移动 C 型臂 X 线机、陀螺刀、电子及纤维支气管镜、电子胃肠镜、四维彩超、颈颅彩色多普勒、电子腹腔镜体外循环机、可视化乳腺检测系统、全套手术微创系统、外科显微镜、椎间孔内窥镜手术系统、椎间盘射频治疗机、超声乳化白内障治疗仪，以及全自动生化分析仪、化学发光免疫检测仪、安全生物柜、全自动煎药机等仪器设备。拥有百级、千级、万级、十万级层流手术室及抢救设备齐全的层流重症监护室（ICU）等。

1.3 项目由来

永州市中医医院为了提高医疗档次和诊疗水平，改善广大患者的就诊环境，扩大医院的服务范围，为医院创造更多的社会和经济效益，投资 980 万元在住院大楼一楼进行核技术利用改扩建项目建设。本次环评项目包含 2 台射线装置，其中 II 类射线装置 1 台，为医用血管造影 X 射线机（以下简称 DSA）；III 类射线装置 1 台，为数字化医用 X 射线摄影系统（以下简称 DR）。为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 253 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本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》（环境保护部第 33 号令），本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，永州市中医医院委托重庆宏伟环保工程有限公司对拟开展的放射诊疗核技术利用改扩建项目进行环境影

续表 1 项目基本情况

响评价。

根据现场踏勘实际情况，本项目机房位于永州市中医医院住院大楼一楼东南侧介入室和放射科，分别在介入室新增 1 台 DSA（II 类射线装置），在放射科新增 1 台 DR。上述新增设备已订购未装机。目前住院大楼一楼 1 间 DSA 机房和 1 间 DR 机房改建工程尚未进行。

1.4 项目概况

- (1) 项目名称：永州市中医医院核技术利用改扩建项目
- (2) 建设地点：永州市冷水滩区九嶷巷 14 号永州市中医医院住院大楼一楼
- (3) 建设性质：改扩建
- (4) 建设单位：永州市中医医院
- (5) 投资：核技术总投资 980 万元，其中环保投资 39 万元
- (6) 建设规模：

本次永州市中医医院核技术利用改扩建项目共包括 2 台射线装置，分别在住院大楼一楼介入室，新增 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA），属于 II 类射线装置；住院大楼一楼放射科新增 1 台数字化医用 X 射线摄影系统（DR），属于 III 类射线装置。基本设备情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量(台)	额定参数	位置	用途	备注
1	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	Artis one	II 类	1	125kV; 1000mA	住院大楼一楼介入室	介入治疗	新增
2	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	Brivo XR515	III 类	1	150kV; 630mA	住院大楼一楼放射科	放射诊断	新增
合计				2	1 台 II 类射线装置、1 台 III 类射线装置。			

1.5 劳动定员

本项目拟新增辐射工作人员 1 名。其他射线装置放射工作人员均依托现有 24 名辐射工作人员；新增工作人员及现有工作人员工作无交叉，新增工作人员工作范围为新增设备。

续表 1 项目基本情况

1.6 项目组成情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、环保工程三部分组成，建设前后的项目组成及其与永州市中医医院的依托情况见下表 1-2：

表 1-2 本项目组成及现有工程依托关系

序号	项目	组成	新建/依托	备注
一	主体工程			
1	介入室	II 类射线装置用房（1 台 DSA）	依托	住院大楼一楼，使用闲置诊室改建
2	放射科	III 类射线装置用房（1 台 DR）	依托	住院大楼一楼，使用闲置留观室改建
二	公用工程			
1	给水	院内供水管网	依托	/
2	排水	实行雨污分流；医疗废水排放系统，雨水排放系统	依托	/
3	供配电	院内供配电系统	依托	/
4	通风	新建机械通风装置，机房均设置有通风预留口	新建	/
三	环保工程			
1	废气	新建通风系统	新建	/
2	废水	实行雨污分流，项目废水直接排入医院污水处理设施	依托	/
3	固废	无放射性固体废物产生，一般固体废物用脚踏式开关污桶收集，最后集中处理，设置有临时存放和包装场所	依托	/
四	人员情况			
1	辐射工作人员	本项目辐射工作人员部分依托现有辐射工作人员，拟新增放射工作人员 1 人	依托	/

本次永州市中医医院核技术利用改扩建项目主要位于永州市中医医院住院大楼一楼。DSA 机房使用原有闲置诊室改建，墙体及门窗拆除重建；DR 机房使用闲置留观室改建，北面墙体加 2mmPb 铅板，其他三面墙拆除重建，改建用房紧邻医院现放射科。放射科位于住院大楼一楼的东南侧，医院射线装置配备用房整体相对集中，且与其他科室保持一定距离，用房独立，布局合理。目前改建工程尚未进行，尚未装修。DSA 机房及 DR 机房改建前后平面布置图详见附图。

续表 1 项目基本情况

1.7 保护目标和评价因子

1.7.1 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为该医院从事放射诊疗的工作人员、机房周围活动的公众成员。

1.7.2 评价因子

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目主要影响为 X 射线、臭氧、氮氧化物。本项目评价因子主要为 X 射线。

1.8 医院现有核技术利用项目情况

1.8.1 现有射线装置及密封放射源使用情况

永州市中医医院目前有 6 台 III 类医用 X 射线装置（1 台全身用 X 射线计算机体层摄影装置（CT）、1 台 X 射线计算机断层摄影设备（CT）、1 台数字化医用 X 射线摄影系统（DR）、1 台数字应用诊断 X 射线透视器（数字胃肠机）、1 台数字化乳腺 X 射线机、1 台 X 射线骨密度测定仪），1 台陀螺旋转式钴 60 立体定向放射治疗系统（使用 1 枚 I 类放射源 ^{60}Co ，活度为 $2.59 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，以下简称“陀螺刀”）。医院已经按照相关规定，进行了环境影响评价，在认真落实各项污染防治措施后，于 2011 年 8 月 15 日取得了湖南省环境保护厅的审批意见（详见湘环评辐表[2011]36 号），并于 2016 年 4 月取得了辐射安全许可证（编号：湘环辐证[00608]号，详见附件四）。截至目前为止，医院各射线装置及密封性放射源治疗系统运行情况良好，无辐射安全事故发生。

医院现有射线装置及放射源的使用情况分别见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 永州市中医医院现有射线装置使用情况表

序号	所在位置	使用科室	装置名称	型号	类型	数量	环评情况	办证情况	备注
1	住院大楼一楼	放射科	全身用 X 射线计算机体层摄影装置（CT）	GE ProSpeedE II	III 类	1 台	已环评	已办证	/
2			X 射线计算机断层摄影设备（CT）	Brilliance CT64	III 类	1 台	已环评	已办证	/

续表 1 项目基本情况

3		数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	DigialDiagnost	III 类	1 台	已环评	已办证	/
4		数字应用诊断 X 射线透视器 (数字胃肠机)	ZS-5D	III 类	1 台	已环评	已办证	/
5		数字化乳腺 X 射线机	Senographe Crystal	III 类	1 台	已环评	已办证	/
6		X 射线骨密度测定仪	OSTEOCORE	III 类	1 台	已环评	已办证	/

表 1-4 永州市中医医院现有密封性放射源使用情况表

序号	名称	核素名称	核素类别	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	放射源编码	使用场所	环评情况	备注
1	陀螺旋转式钴 60 立体定向放射治疗系统	⁶⁰ Co	I 类	2.59×10 ¹⁴	0316C00 02171	住院大楼负一楼陀螺刀治疗中心	已环评	/
合计：总共 1 枚 I 类放射源。								

1.8.2 现有辐射工作人员情况

永州市中医医院现有辐射工作人员 24 名，为放射科从事放射诊断及陀螺刀治疗中心工作人员。

1.8.3 辐射防护情况

根据永州市中医医院提供的资料和现场踏勘可知，医院目前有 6 台 III 类 X 射线装置，1 台陀螺旋转式钴 60 立体定向放射治疗系统（简称陀螺刀），使用 1 枚 I 类放射源 ⁶⁰Co，总活度 2.59×10¹⁴Bq。

医院上述射线装置及密封性放射源实践活动场所均采取了切实有效的辐射防护措施，机房等辐射防护效能良好，未发现突出的环境问题。

1.8.4 放射性废物排放情况

废气：医院目前产生的废气，主要是射线装置机房工作曝光过程中，电离产生的少量氮氧化物及臭氧。射线装置机房均设置有机机械通风装置，由 X 射线电离产生的氮氧化物和臭氧经过机械通风装置排出室外，对环境影响小。

1.9 医院原有核技术环评回顾

续表 1 项目基本情况

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、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、医院已制定各设备操作规程制度，辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度以及辐射事故应急预案等，并严格按照规章制度执行。

2、为加强对辐射安全和防护管理工作，医院已成立辐射安全与环境保护管理机构，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

3、医院从事辐射工作人员定期参加了环保部门组织的上岗培训，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。辐射工作期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。

4、医院放射性场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯。

综上所述，医院现有辐射防护措施能够满足当前进行的核技术利用项目辐射防护要求。

本项目建成以后，永州市中医医院共有 1 台 II 类射线装置，7 台 III 类射线装置，1 枚 I 类密封性放射源。

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
	无							

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	使用场地	贮存方式与地点
	无									

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
无										

(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	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	II 类	1 台	Artis one	125	1000	介入治疗	住院大楼一楼介入室	新增	
2	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	III 类	1 台	Brivo XR515	150	630	放射诊断	住院大楼一楼放射科	新增	
合计			2 台	1 台 II 类射线装置、1 台 III 类射线装置						

(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	
无													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日执行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 7 月 2 日修订，2016 年 9 月 1 日执行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》国务院第 253 号令，1998 年；</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，(2014 年 7 月 29 日修订)；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（原环境保护部令第 2 号）（2015 年 3 月修订），2015 年 6 月 1 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》 国家环境保护部令第 3 号，2008 年 11 月 21 日；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录》国家发展和改革委员会令第 9 号，2013 年修订；</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类办法的公告》国家环境保护总局公告，2006 年第 26 号；</p> <p>(11) 《放射工作人员健康管理办法》（卫生部令第 55 号）；</p> <p>(12) 《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》环发 145 号，2006 年；</p> <p>(13) 《湖南省建设项目环境保护管理办法》湖南省人民政府令第 215 号，2007 年。</p>
------	---

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>6.2 评价技术规范</p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016)。</p> <p>6.3 评价技术标准</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) 《放射工作人员的健康标准》(GBZ98-2002)</p> <p>(4) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GBZ16348-2010)；</p> <p>(5) 《放射工作人员职业健康监护技术规范》(GBZ235—2011)；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值 第一步部分 化学因素》(GBZ2.1—2007)。</p>
<p>其他</p>	<p>6.4 其他</p> <p>(1) 本项目电离辐射检测报告：鹏辐(检)[2017]026号(附件三)；</p> <p>(2) 辐射环境影响评价委托函(附件一)；</p> <p>(3) 《辐射防护》第11卷第2期—湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究(湖南省环境监测中心站) 1991年3月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及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 10.1—2016）的相关规定，并结合项目辐射装置射线传播与距离相关的特性，确定以射线装置机房为边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

7.2.1 环境保护敏感点

(1) 医院周围环境概况

永州市中医医院位于永州市冷水滩区九嶷巷 14 号，北临肖家园路，西临觅湘路，东临九嶷路。

(2) 本项目选址及周围外环境敏感点

住院大楼位于医院场地北侧，住院大楼的西面约 10m 处为道路，北面约 10m 处为停车场，东面约 10m 处为门诊楼、约 20m 处为居民楼，南面约 20m 处为办公楼。

该项目建筑周围环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目建筑周围环境保护目标一览表

建筑名称	机房位置	方位	最近距离	敏感点名称	敏感人数	环境特征	备注
住院大楼	DSA 位于一楼介入室；DR 位于一楼放射科	西	约 10m	道路	约 100 人	为公众人员	电离辐射
		北	约 10m	停车场	约 100 人	为医护人员及病人、家属停车场地	电离辐射
		东	约 10m	门诊楼	约 300 人	6 层；均为病人及医护人员	电离辐射
		南	约 20m	办公楼	约 200 人	5 层；均为医护人员办公	电离辐射

医院现场照片见附图一，项目所在地理位置见附图二，医院总平面布置图见附图三，项目周边关系见附图四，住院大楼一楼放射科平面布置图见附图五，住院大楼一楼 DSA 机房、DR 机房改建后平面布置图见附图六。

(3) 本项目机房选址概况

本次核技术利用项目位于永州市中医医院住院大楼一楼介入室和放射科。本项目在住院大楼一楼介入室安装 1 台 DSA；在住院大楼一楼放射科安装 1 台 DR。

续表 7 保护目标与评价标准

各机房工作场所周围环境情况详见表 7-2。

表 7-2 本项目机房周围环境概况一览表

序号	机房名称	机房位置	方位	环境敏感点名称	备注
1	DSA 机房	住院大楼一楼介入室	--	工作场所	电离辐射
			西	设备间、库房	电离辐射
			北	过道	电离辐射
			东	DSA 控制室	电离辐射
			南	过道、清洁区	电离辐射
			楼上	骨伤科病房	电离辐射
			楼下	车库	电离辐射
2	DR 机房	住院大楼一楼放射科	西	准备间	电离辐射
			北	过道	电离辐射
			东	控制室	电离辐射
			南	过道	电离辐射
			楼上	骨伤科病房	电离辐射
			楼下	车库	电离辐射

7.2.2 环境保护对象

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护对象为该医院从事放射诊疗的工作人员、机房周围公众成员。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

① 剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 7.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，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 作

续表 7 保护目标与评价标准

为职业照射剂量限值。

结合拟使用的医用辐射装置的实际情况,确定本项目医用血管造影 X 射线机(DSA)的辐射工作人员的年剂量目标管理限值为职业照射的十分之二,即 4 mSv/a,其他射线装置辐射工作人员的辐射剂量约束限值取职业照射的十分之一,即 2 mSv/a。

第 B1.2 款 公众照射

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超过下述限值:年有效剂量, 1mSv,

本项目公众人员的年有效剂量目标管理值取公众照射的十分之一,即 0.1mSv/a 作为所有射线装置周边公众成员年有效剂量目标管理限值。

(2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

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。

第 5.1 款 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于安全。

第 5.2 款 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 7-3 的要求。

表 7-3 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	30	4.5
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5

^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。

第 5.3 款 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 7-4 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 7-4 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

^a 双按 GBZ/T 180 的要求。

续表 7 保护目标与评价标准

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。

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

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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。

(3) 《放射工作人员的健康标准》（GBZ98-2002）

1、范围

本标准适用于所有从事内、外照射（包括在医疗机构、核电厂，含放射性的厂矿等工作）的人员，以及应用放射源的工作部门或单位及其授权的医疗机构和医师。

3、放射工作人员的健康标准

每一放射工作人员必须进行就业前或者操作前的医学检查，和就业后工作过程中的定期医学检查。未经就业前医学检查者，不得从事放射工作。

.....

(4) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》（GB16348-2010）

第 4.1 款医疗卫生机构应制定执业医师与医技人员、辐射防护负责人等培训计划，使其受到相应的辐射防护知识培训并取得放射工作人员证。医技人员还应取得相应的专业技能资质并承担制定的任务。

第 5.5 款应特别加强对育龄妇女和孕妇、婴幼儿 X 射线检查的正当性判断。

第 6.2 款应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。

第 7.1.2 款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，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。

(5) 《工作场所有害因素职业接触限值 第一部分 化学因素》（GBZ2.1-2007）

室内臭氧浓度限值： 0.3mg/m^3 ，氮氧化物浓度限值： 5mg/m^3 。

续表 7 保护目标与评价标准

(6) 结论

本环评根据项目情况及周围环境，DSA 机房及其他机房外表面 30cm 处周围剂量当量率水平控制值为 2.5 μ Sv/h。

DSA 属于 X 射线诊断装置，是介入手术辅助设备，手术过程中同时需要配置其他配套设备，因此机房应充分满足手术要求，参照 GBZ130-2013 中双管头的机房面积要求执行，以不小于 30m² 进行控制。

综合上述标准以及医院自身实际情况，医用血管造影 X 射线机（DSA）介入操作辐射工作人员年剂量目标管理限值 \leq 4mSv/a，其他辐射工作人员的年剂量目标管理限值 \leq 2mSv/a；公众人员取公众照射的十分之一，即 0.1mSv/a 作为所有射线装置公众成员年剂量目标管理限值。

根据上述标准，结合本项目拟使用医用辐射装置的实际情况，确定本项目的年剂量目标管理值要求以及污染物排放指标如下：

表 7-5 本项目年剂量目标管理值及污染物排放指标表

一、年剂量管理目标值			
项目	年平均有效剂量限值 (mSv/a)	执行对象	本评价年剂量管理目标值 (mSv/a)
辐射工作人员	20	辐射工作人员	介入手术医生： \leq 4； 其他辐射工作人员： \leq 2
公众人员	1	公众人员	\leq 0.1
二、机房防护体表面控制值			
X 射线装置机房外辐射工作人员活动及公众人员活动场所		机房防护体表面 30cm 处周围剂量当量率 \leq 2.5 μ Sv/h	
三、机房面积要求			
设备名称	机房面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)	
DSA	\geq 30m ² (参考)	\geq 4.5m (参考)	
DR	\geq 20m ²	\geq 3.5m	
四、工作场所有害因素职业接触限值 (第一部分化学有害因素)			
机房内气体浓度	臭氧限值：0.3mg/m ³ ；氮氧化物限值：5mg/m ³ 。		

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射环境质量现状

1、项目环境辐射监测

受永州市中医医院的委托，长沙市鹏悦环保工程有限公司于 2017 年 3 月 7 日对永州市中医医院（N：26°26'55"，E：111°35'28"）的拟安装辐射医疗装置的机房周围辐射环境进行了监测。监测结果和监测布点见附件三，鹏辐（检）[2017]026 号。

2、监测方案及质量保证

（1）监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目地点天然辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

（2）监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93；

《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究,湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）。

（3）监测布点及质量保证

监测点位主要考虑机房建成后人员停留较多，和能到达的区域。主要有：机房内、机房控制室及辅助机房、机房四周过道及人员能够达到的位置、机房楼上以及楼下的相关区域等位置。

监测布点图如下所示：

续表8 环境质量和辐射现状

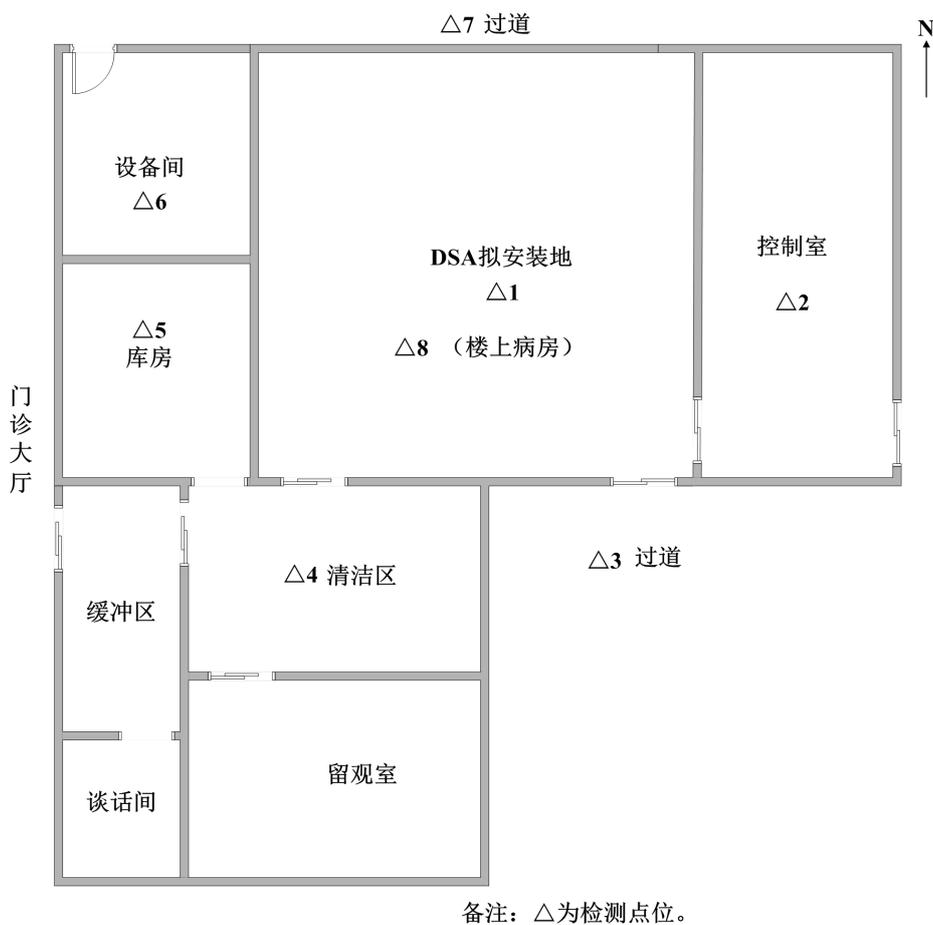


图 8-1 (a) 住院大楼一楼介入室拟建地监测布点示意图



图 8-1 (b) 住院大楼一楼放射科 DR 机房拟建地监测布点示意图

续表8 环境质量和辐射现状

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测仪器及检定

监测仪器	仪器型号	仪器编号	监测因子	监测方法	计量鉴定证书	有效日期
X、 γ 剂量率仪	RM-2030	6605	地表 γ 辐射剂量率	仪器法	hnpjln2017004-06	2018.02.12

3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件三）。

表 8-2 项目射线装置所在机房本底监测结果

监测点位	监测点位描述	地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)					计算值
		测量值					
		1	2	3	4	5	
住院大楼一楼介入室医用血管造影 X 射线机 (DSA) 拟安装地							
$\Delta 1$	DSA 拟安装地	131	133	132	135	134	133 \pm 1
$\Delta 2$	控制室	134	132	131	133	130	132 \pm 1
$\Delta 3$	过道	130	132	131	134	136	133 \pm 1
$\Delta 4$	清洁区	130	132	135	136	138	135 \pm 1
$\Delta 5$	库房	135	131	132	133	131	133 \pm 1
$\Delta 6$	设备间	134	132	131	133	130	132 \pm 1
$\Delta 7$	过道	133	132	131	133	130	132 \pm 1
$\Delta 8$	楼上病房	136	133	134	131	132	134 \pm 1
住院大楼一层放射科数字化医用 X 射线摄影系统 (DR) 拟安装地							
$\Delta 1$	DR 拟安装地	135	133	132	131	134	133 \pm 1
$\Delta 2$	控制室	133	132	131	133	130	132 \pm 1
$\Delta 3$	过道	134	132	131	133	130	132 \pm 1
$\Delta 4$	准备间	130	132	131	134	136	133 \pm 1
$\Delta 5$	过道	130	132	135	136	138	135 \pm 1
$\Delta 6$	楼上病房	134	132	131	133	130	132 \pm 1

续表8 环境质量和辐射现状

项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率（室内）在130~138nGy/h之间，与湖南省永州市天然放射性水平调查研究—室内 169.5 ± 42.9 nGy/h相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。因此可知：本次监测区域内天然贯穿辐射水平处于永州市天然贯穿辐射水平范围内。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本次永州市中医医院核技术利用改扩建项目主要位于永州市中医医院住院大楼一楼。DSA 机房使用原有闲置诊室改建，DR 机房使用闲置留观室改建，目前改建工程尚未进行，尚未装修。因此，本项目施工期主要为机房的改建和装修，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

噪声：主要来自于改建、装修及现场处理等。

废气：主要为机械敲打、钻洞墙体等产生的扬尘。

废水：主要为施工人员产生的少量生活废水，无机械废水。

固体废物：主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员的生活垃圾。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在院区内施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

9.2 射线装置营运期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 医用血管造影 X 射线机（DSA）

医院拟在住院大楼一楼介入室新增 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。

1、工作原理

医用血管造影 X 射线机（DSA）是采用 X 射线进行摄影的技术设备。该设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，见图 9-1。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。成像装置是用来采集透过人体的 X 线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，利用平板探测器将透过人体后已衰减的未造影图像的 X 线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描。扫描本身就是把整个图像按一定的矩阵分成许多小方块，即像素。所得到的各种不同的信息经模 / 数(A / D)转换成不同值的数字信号，然后存储起来。再把造影图像的数字信息与未造影图像的数字信息相减，所获得的不同数值的差值信号，经数 / 模(D / A)转制成各种不同的灰度等级，在监视器上构成图像。由此，骨骼和软组织的影像被消除，仅留下含有造影剂的血管影像，从而大大提高血管的分辨率。

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-1 医用血管造影 X 射线机 (DSA)

2、系统组成及工作流程

(1) 系统组成

医用血管造影 X 射线机组成：Gantry，俗称“机架”或“C 型臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图像处理系统。

该项目设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

DSA 技术是常规血管造影术和计算机处理技术相结合的产物，其基本原理和技术为：X 线穿过人体各解剖结构形成荧光影像，经影像增强器增强后为电视摄像管采集而形成视频影像。再经对数增幅和模/数转换形成数字影像。这些数字信息输入计算机处理后，再经减影、对比度增强和数/模转换，产生数字减影图像。

(2) 操作流程

介入手术辅助治疗操作流程（DSA 血管造影）

医院拟开展的介入手术有：动脉介入治疗、静脉介入治疗、门脉系统介入治疗、心脏介入治疗、冠脉介入治疗、脑和脊髓血管介入治疗。

以脑动脉瘤患者微弹簧圈栓塞治疗为例，DSA 的减影大致程序见下图所示：

续表 9 项目工程分析与源项

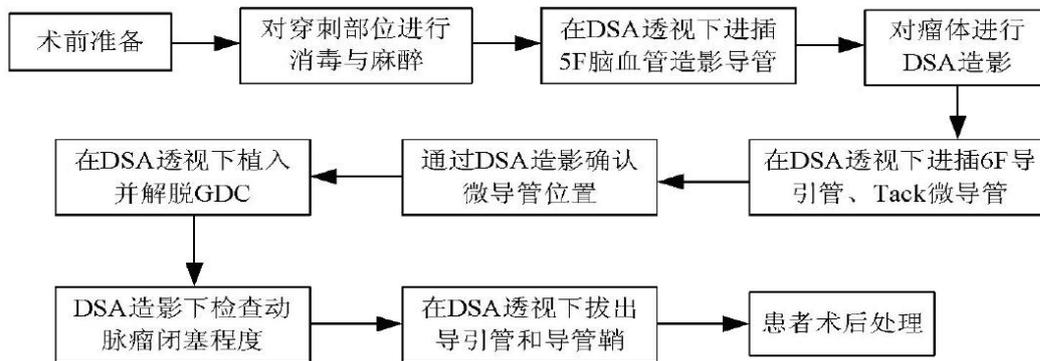


图 9-2 DSA 操作流程图

介入手术时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，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动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达病变部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视进行。

3、工作负荷

根据永州市中医医院提供的资料，本次核技术利用扩建项目 1 台 DSA 投入使用后的工作负荷见表 9-1。

表 9-1 DSA 工作负荷情况

射线装置名称	工作负荷	平均每人每次有效曝光时间		年最大有效曝光时间
		透视	摄影	
DSA	200 人次/年	透视	30min	100h
		摄影	≤1s	3.4min

根据检查项目，DSA 使用工作高压 30kV~120kV、工作电流 5mA~1000 mA 不等。DSA 工作主要方式体现为透视和摄影，具体表现为：

- (1) DSA 摄影时，瞬时曝光，一般每次曝光时间短于 1s；
- (2) DSA 透视时，平均每台介入手术透视曝光的时间约 30min，其他情况下的透视时间平均为 20s。

4、产污分析

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

续表 9 项目工程分析与源项

(2) X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物废气。少量的有害气体直接与大气接触、不累积，自然逸散，对环境影响可忽略不计。

(3) 医用 X 射线装置属清洁的物理诊断装置，在使用过程中自身不产生液态、固态等放射性废物，不存在放射性三废对环境的污染。

因此，在开机期间，X 射线是污染环境的主要因子。

9.2.2 数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)

本项目涉及 1 台数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)，属于 III 类射线装置，位于住院大楼一楼放射科。

(1) 工作原理

工作原理：DR (Digital radiography) 也叫直接数字摄影，早期的 DR 是采用增感屏 CD (数字化耦合器) 来获取数字化 X 线图像，有一点类似影像增强器加 CCD 的工作方法 (被认为是第一代的 DR 技术。应用的 DR 主要是采用平板探测口 (FPD) 对 X 线产生的图像信号进行扫描和直接读出，线信号转变为可见光通过光电 2 极管组成的薄膜层 (TFT) 进行聚集，由专门的读出电路系统进行处理。目前平板探测口分为以非晶硅 (a:Si+CsI) 为代表的间接转换数字摄影 (IDR) 和以非晶硒 (a:Se) 为代表的直接转换数字摄影 (DDR) 两种类型。组成一般包括高压发生口、X 线球管及支架、平板探测口、系统控制口等构成。与常规 X 线点除了具有 CR 的优点外，DR 系统是用平板探测的 X 线接收装置，替代了传统的增感屏及信号的数字化，信号的动态范围，空间的分辨率及密度分辨率高，曝光剂进一步减少，不昂贵。

(2) 系统组成及工作流程

系统组成：包括 X 线机、数据采集板 (探测器)、采集工作站 (控制台)、图像后处理工作站和激光打印机。医院常用 DR 机见图 9-3。

工作流程：依据 X 线检查单，核对摄影部位，确定投照条件，患者摆位，然后曝光。

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-3 数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)

(3) 产污分析

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。所以，医院使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，并产生少量的臭氧。其诊断过程及其产污环节见图 9-4：

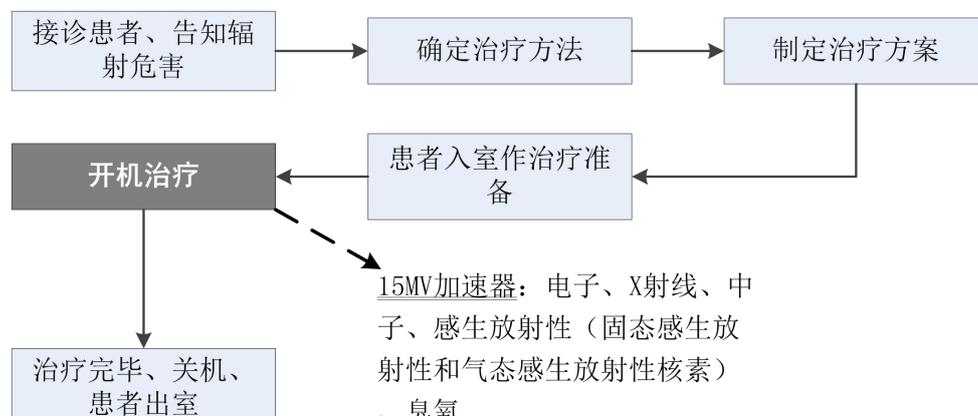


图9-4 诊断过程及产污环节简图

(4) 工作负荷

医院拟配置 DR 工作负荷见表 9-2。

表 9-2 医院 DR 工作负荷情况

序号	设备名称	工作负荷 (人次/年)	平均曝光时间 (s)	年最大曝光时间 (h)	备注
1	DR	20000	0.1-0.5	2.78	1 台设备总负荷

续表 9 项目工程分析与源项

9.3 本项目产生污染物产生情况汇总

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。所以，医院使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。射线装置拍片后采用数字成像技术，联用激光打印机打印激光胶片，不产生洗片废水以及废片等固废的产生。

本项目的门诊病人已经在医院整体门诊量考虑范围内，医院总体废水及固废核算时包含了本项目门诊病人产生的废水及固废。

根据以上分析，本项目介入治疗及放射诊疗项目污染因子见表 9-3。

表 9-3 项目主要污染因子情况表

污染物	使用场所	污染因子
辐射	住院大楼一楼介入室、放射科 DR 机房	X 射线
废气		O ₃ 、NO _x

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

根据现场踏勘实际情况，永州市中医医院目前改建工程未进行，尚未装修。本项目机房位于区住院大楼一层。根据现场实际情况，本项目射线装置机房辐射保护及安全措施情况如下：

10.1.1 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，将辐射场所分为控制区和监督区，以便辐射安全管理和职业照射控制，该院放射性工作场所分区如下：

控制区： DSA 机房及 DR 机房以墙体和防护门为界的治疗和诊断室。在诊断和治疗设备的调试和日常诊疗过程中，当处于诊疗状态时，区内无关人员不得滞留。以辐射安全连锁和警示装置控制及严格的管理制度保障此区的辐射安全。

监督区：包括 DSA 机房及 DR 机房的各辅助用房及其周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

10.1.2 辐射防护与安全措施

根据医院提供的设计资料可知，本项目在住院大楼一楼有 DSA 机房 1 间、DR 机房 1 间。各射线装置机房设计防护屏蔽参数见下表：

表 10-1 本项目射线装置机房屏蔽参数

机房(m)	DSA 机房	DR 机房
位置	住院部一楼介入室	住院部一楼放射科
长×宽×高(m)	7.56×6.62×4.8	4.46×6.62×4.8
净面积	50.0m ²	29.5m ²
四面墙体	380mm 实心砖+30mmBaSO ₄	北墙：240mm 空心砖+2mmPb 铅板 其他三面墙：240mm 实心砖 +30mmBaSO ₄
顶棚	120mm 砼+2mmPb	120mm 砼+2mmPb
地面	120mm 砼+2mmPb	120mm 砼+2mmPb
防护门	4mmPb	4mmPb
防护窗	4mmPb	4mmPb

上述机房四面墙体屏蔽材料采用密度不小于 1.65g/cm³ 的实心砖作为屏蔽材料，墙体射线防护屏蔽涂料层均采用含钡量不小于 96% 的硫酸钡砂浆；机房地面及顶棚均采

续表 10 辐射安全与防护

用密度不小于 2.35g/cm^3 的现浇混凝土，顶棚射线防护屏蔽材料采用 2mmPb 铅板；DSA 机房及 DR 机房防护门设计厚度为 4mmPb ；铅玻璃窗铅当量与防护门一致。

10.1.2.1 机房的防护

(1) 根据医院现有建设情况可知，本次核技术利用项目在住院部一楼介入室有 DSA 机房 1 间，用房独立。根据医院提供的设计资料可知，机房防护屏蔽参数见表 10-1。大小防护门及防护窗均设计厚度为 4mmPb 。

(2) III 类 X 射线装置机房包括 DR 机房 1 间。根据医院提供的设计资料可知，机房防护屏蔽参数见表 10-1。机房的北面墙体均为 240mm 空心砖+ 2mmPb 铅板，其他三面墙为 240mm 实心砖+ 30mmBaSO_4 ，顶棚均为 120mm 砼+ 2mmPb ，防护门及防护窗设计屏蔽厚度为 4mmPb 。

(3) 机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等采用“U”型和“Z”型，不影响墙体的屏蔽防护效果。机房门外均设置工作指示灯和电离辐射警告标志。

(4) X 射线机房应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护安全。机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置，不得堆放与诊断装置无关的杂物，机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

(5) 辐射工作人员均配置了个人剂量计。

10.1.2.2 安全操作及管理措施

(1) X 射线设备应有能调节有用线束照射的装置，并提供可标志照射野的灯光指示装置。

(2) X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

(3) 介入 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(4) 医院拟配置设备到位调试合格后，应委托有资质的单位对机房外的周围剂量当量率进行监测，保证机房的屏蔽能力满足要求。

(5) 所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。

(6) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施，并张贴上墙。

(7) 放射科工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护的有关法律知识培训，满足放射工作人员岗位要求。

(8) X 射线机曝光时，应保证门灯联锁、门机联锁有效。

续表 10 辐射安全与防护

(9) 介入放射用 X 射线设备应具有可准确记录受检者照射剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照射剂量记录在病历中。

(10) X 射线设备机房放射防护安全设施在项目竣工时应进行验收检测，在使用过程中，应按规定进行定期检测。

(11) 应用 X 射线检查应经过正当性判断。执业医师应掌握好适应证，优先选用非 X 射线的检查方法。

(12) 加强对育龄妇女、孕妇和婴幼儿 X 射线检查正当性判断；严格控制使用剂量较大、风险较高的放射技术、除非有明确的疾病风险指征，否则不宜使用 CT 进行健康体检。对不符合正当性原则的，不应进行 X 射线检查。

(13) X 射线设备根据工作内容，现场应配备工作人员、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（铅橡胶，铅围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子）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。

10.1.3 受检者放射卫生防护

医院对受检者的防护与安全负责，应为受检者提供有效、安全的诊断检查。医院已制定了一下防护措施：

1、医师应根据患者的病史、体格检查、临床化验等判断是否需要采用 X 射线检查，掌握好适应度。应考虑优先选用非 X 射线的检查方法，根据临床指征确认 X 射线检查是最合适的检查方法时方可申请 X 射线检查。

2、应特别加强对育龄妇女和孕妇、婴幼儿 X 射线检查的正当性判断。针对儿童、孕妇和育龄妇女应做检查时的特殊防护要求的做好防护措施。针对孕妇照射检查，要确保射线剂量在有效的范围内尽量降低。

3、应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。

4、应选择合适的 X 射线检查方法，制定最佳的检查程序和投照条件，力求在能够获得满意的诊断信息的同时，又使受检者所受照射减少至最低限度。在不影响获得诊断信息的前提下，一般应以“高电压、低电流、厚过滤”为原则进行工作。

10.1.4 防护用品

续表 10 辐射安全与防护

(1) 射线装置辐射防护防护设施要求见表 10-2。

表 10-2 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、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	—

注：“—”表示不要求。

(2) 由医院提供的资料可知，医院现有部分辐射防护用品，拟根据本次环评实际情况，建议建设单位增加相关防护用品。现有辐射防护用品及拟需新增辐射防护措施详见下表 10-3。

表 10-3 医院现有及新增防护用品清单一览表

说明	场所	防护用品名称	单位	数量
现有防护用品	放射科、陀螺刀治疗中心	铅屏风	件	1
		铅围裙	件	12
		铅帽子	顶	9
		铅围脖	件	8
		铅手套	副	8
		铅眼镜	副	11
		个人剂量计	个	21
		患者铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、病人上身防护屏	套	8
需新增防护用品	介入室、放射科	个人剂量报警仪	台	2
		个人剂量报警仪	台	1
		铅背心	件	2

续表 10 辐射安全与防护

		铅围裙	件	2
		铅帽子	顶	2
		铅眼镜	副	2
		铅围脖	件	2
		铅屏风	个	2
		患者铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、病人上身防护屏	套	2

10.2 三废治理

（1）废水治理措施

本项目不产生放射性废水，医院废水采用雨污分流，废水排水管采取防腐蚀措施。医护人员、患者生活盥洗废水经过管网收集后，进入医院污水管网，最终进入医院污水处理站处理达标排放。

（2）废气治理措施

射线装置机房均设置有机机械通风系统，保证机房内电离产生的臭氧和氮氧化物迅速稀释扩散。DSA 机房设计采用排风换气装置，机房内顶部设置两个进风口，离地 0.5m 左右设置两个出风口，通风量大于 600m³/h，换气次数 4 次/h，排风口远离敏感点及空调进风口，同时安装柜式空调辅助通风，机房内通风良好。本次环评要求通风管网布置从监督区到控制区，即从低浓度到高浓度收集废气然后排出。

（3）固废治理措施

① 严格区分医疗固废及一般固废，不可混同处理。应力求控制和减少医疗废物产生量。

② 对医疗固废进行分类收集。按照医疗废物的管理要求，实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，做好产生、数量等相关的记录台账。

③ 供收集的专用污物桶应具有标志。污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方。

④ 内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加不易刺破的外套（如硬牛皮纸外套）。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要是房间的改造和装修。污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。项目建设过程中，医院的医疗服务工作仍将正常进行。施工产生的污染特别是扬尘和噪声可对医院自身环境以及周围的环境带来较大影响。

施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

(1) 扬尘及防治措施

主要为房间的建设及改造时机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应做到以下几点：加强施工现场管理，应进行适当的加湿处理。

(2) 废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水网管。

(3) 噪声及防治措施

主要来自于机房内混凝土浇注、装修及现场处理等。通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

(4) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。生活垃圾以及装修垃圾经统一收集后交由市政环卫部门处理。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

续表 11 环境影响分析

11.2 射线装置运营期环境影响分析

11.2.1 机房使用面积分析

本项目所涉及主要机房设计使用面积汇总如表 11-1 所示。

表 11-1 各机房设计使用面积一览表

序号	位置	房间功能	长×宽×高 (m)	单个机房设计面积 (m ²)	面积标准要求 (m ²)	单边长度标准要求 (m)	是否满足要求
1	住院部一楼介入室	DSA 机房	7.56×6.62×4.8	50.0	≥30	≥4.5	是
2	住院部一楼放射科	DR 机房	4.46×6.62×4.8	29.5	≥20	≥3.5	是

由表 11-1 可知，各射线装置机房使用面积均满足相应标准的要求。

11.2.2 射线装置辐射环境影响分析

11.2.2.1 DSA 辐射环境影响分析

1、机房设计情况

永州市中医医院住院大楼一楼介入室新增 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。根据前节介绍，由表 10-1 可知：DSA 机房内空尺寸为 7.56×6.62m×4.8m，面积 50m²，机房四面墙体为 380mm 实心砖+30mmBaSO₄，顶棚为 120mm 砼+2mmPb，地面为 120mm 砼+2mmPb，大小防护门及防护窗均为 4mmPb。

2、屏蔽防护效能核实

(1) 核实建筑物屏蔽效能采用的主要公式

机房辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。

①主射线：

$$\dot{H} = \frac{H \times q \times U}{K \times R^2} \quad (11-1)$$

$$H = 8.73 \times 10^{-3} \times \dot{G} \times I \times 60$$

$$\dot{G} = 1.222 - 5.664 \times 10^{-2} \times kV + 1.227 \times 10^{-3} \times kV^2 - 3.136 \times 10^{-6} \times kV^3$$

式中：K——减弱倍数。

H——额定工作条件下，X 线的输出率 (Gy/h)

续表 11 环境影响分析

I ——额定电流 (mA)

\dot{G} ——发射率 (R/mA.min)，血管造影系统发射率，本次环评选取透视模式下，最高输出功率时 X 射线管电流与 X 射线管电压的组合情况进行核算，发射率取值见表 11-5。

\dot{H} ——屏蔽体外 30cm 处瞬时剂量率 (Sv/h)

R ——参考点距离(m)

q ——居留因子 (取 1)

U ——定向因子 (取 1)

②散射线

$$\dot{H} = \frac{H \times \alpha \times s}{K \times R^2 \times r^2} \quad (11-2)$$

式中： α ——人体散射系数，0.0016/400cm²。

s ——散射面积，400m²。

R ——参考点距离(m)

r ——源皮距，1m。

③漏射线

$$\dot{H} = \frac{H_1}{K \times R^2} \quad (11-3)$$

式中： H_1 ——X 漏射剂量率 (<1mGy/h)；

④厚度

$$d = TVL \log K \quad (11-4)$$

式中： TVL ——十值层厚度；

d ——屏蔽材料厚度

$$\textcircled{5} \quad E_{\gamma'} = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (11-5)$$

式中： $E_{\gamma'}$ ——散射光子的能量 (MeV)；

E_0 ——入射光子的能量 (MeV)；

$m_0 c^2$ ——电子静止能量 (MeV)；

续表 11 环境影响分析

θ ——散射角 (°)。

(2) 核实建筑屏蔽效能采用的有关参数

在考虑正当性及最优化原则的基础上，结合以往验收监测经验，选取工作模式为透视模式下，最高输出功率时 X 射线管电流与 X 射线管电压的组合情况进行核算，即管电压取值为 125kV，管电流取值为 30mA；工作模式为拍片模式时，最大恒定输出功率时，管电压取值为 100kV，电流为 1000mA 两种情况对 DSA 机房的屏蔽防护进行估算。

本评价按照国家标准和地方环保部门要求，确定机房墙体、门和观察窗外表面 0.3m 及楼上 1m 和楼下 1.7m 处空气比周围剂量当量率均按 2.5 μ Sv/h 进行控制。

表 11-2 利用因子 U

有用线束固定照射方向	U=1
有用线束朝向的墙壁	U=1/4
顶棚	U=1/4

表 11-3 居留因子 q

全部居留 q=1	工作室、办公室、候诊室、居住区等常有人居留的地方
部分居留 q=1/4	公共走廊、人操纵的电梯、无人看管的停车场等有时有人居留的地方
偶然居留 q=1/16	公共浴室、厕所、少量行人车辆通过的地方

(3) 建筑物屏蔽墙厚的确定原则

由于项目放射设备均带有影像增强系统，不会发生有用线束对四周墙体、顶棚、观察窗等进行直接照射的情况，而主要是散射线、漏射线产生的照射，因此本评价采用式 11-2~式 11-5 对放射设备机房的辐射防护进行估算。

在计算散射和泄漏辐射所需的屏蔽厚度时，如果两者的厚度相差大于一个十分之一值厚度，则其中较厚的一个厚度，即可作为次级防护屏障的厚度。如若两者的厚度相差不到一个十分之一值厚度，那么在其中较厚的一个厚度上再添加一个半值厚度，作为总的次级防护屏障厚度。

(4) 计算参数

该项目 DSA 机房用房独立，本次环评假设 X 射线出线口设置在机房中线交点处，DSA 工作模式为透视模式时，90°散射角的散射线能量为 100 kV，漏射线能量约 125kV，电流为 30mA；工作模式为拍片模式时，90°散射角的散射线能量为 84 kV，漏射线能量约 100kV，电流为 1000mA。人体散射系数：0.0016/400cm²；散射面积 s=400cm²；源皮

续表 11 环境影响分析

散漏射		拍片	160mm 砵	+2mmPb	+2mmPb	0.008	是
小防护门(控制室)散漏射	5.29	透视	2.2mmPb	4mmPb	4mmPb	0.010	是
		拍片	2.3 mmPb			0.006	是
大防护门(清洁区)散漏射	4.82	透视	2.3mmPb	4mmPb	4mmPb	0.012	是
		拍片	2.4mmPb			0.007	是
观察窗(DSA 控制室)散漏射	4.32	透视	2.4mmPb	4mmPb	4mmPb	0.014	是
		拍片	2.5 mmPb			0.009	是

注：①楼上屋顶计算位点为离二楼地板 1m 处，即 $R=4.8-1.3+0.12+1=4.62m$ ；

②楼下计算位点为离负一楼地板 1.7m 处，即 $R=1.3+0.12+4.8-1.7=4.52m$ 。

(6) 机房屏蔽效能评估

由表 11-5 计算可知，DSA 机房的四周墙体、天棚及地面设计厚度能够满足要求，核算墙体外的瞬时剂量小于 $2.5\mu Sv/h$ ，介入室的屏蔽可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。在评价范围内的敏感点受 X 射线装置运行时的影响很小，环境可接受。

3、机房内通风

DSA 运行时会产生少量的臭氧和氮氧化物，因此 DSA 机房需要良好的通风，以降低臭氧浓度。根据医院实际情况，DSA 机房改建前诊室无通风口，DSA 机房本项目设计新建排风换气装置，机房内设置一个进风口和一个出风口，通风量大于 $600m^3/h$ ，换气次数 4 次/h，排风口远离敏感点及空调进风口，同时安装柜式空调辅助通风，机房内通风良好。在此基础上，排放至室外的有害气体经空气稀释，将很快恢复到原来的空气浓度水平， O_3 的分解时间不到 10 分钟，能满足环境空气质量标准。

11.2.2.2 DR 辐射环境影响分析

1、机房设计情况

根据医院提供的设计资料可知，机房防护屏蔽参数见表 10-1。机房的四周墙体为 380mm 实心砖+30mmBaSO₄，顶棚均为 120mm 砵+2mmPb。防护门及防护窗设计屏蔽厚度为 4mmPb。

2、屏蔽防护效能核实

①情景设置及参数选择

本项目 DR 设备额定电压为 150kV，额定电流为 630mA，结合以往验收监测经验，选取 X 射线机的最大运行管电压 120kV（取额定电压 150 kV 的 80% 进行计算），管电流

续表 11 环境影响分析

280mA，对DR机房的屏蔽防护进行估算。

另外，本评价按照国家标准和相关规定要求，确定机房墙体、门和观察窗外表面 0.3m 处，楼上层离地 1m处，楼下层离地 1.7m处周围剂量当量率均按 2.5 μ Sv/h进行估算。

由于本项目DR带有影像增强系统，不会有有用线束直接对四周墙体、顶棚、防护门和观察窗等进行直接照射，而主要是散射线和漏射线产生的照射，因此本评价采用式 11-2、式 11-3 对DR机房的辐射安全防护评价估算，散射光子能量按式 11-5 计算。

在计算散射和泄漏辐射所需的屏蔽厚度时，如果两者的厚度相差大于一个十分之一值厚度，则其中较厚的一个厚度，即可作为次级防护屏障的厚度。如若两者的厚度相差不到一个十分之一值厚度，那么在其中较厚的一个厚度上再添加一个半值厚度，作为总的次级防护屏障厚度。

90° 散射角的散射线能量约为 97kV，漏射线能量为 120 kV。各屏蔽材料的TVL值见表 11-6。

表 11-6 各屏蔽材料的TVL值

能量	屏蔽材料	TVL 值
97kV	砼	5.3cm
	硫酸钡水泥	3.53cm
	铅	0.80mm
	页岩砖	7.48cm
120kV	砼	6.2cm
	硫酸钡水泥	4.18cm
	铅	0.89mm
	页岩砖	8.86cm

②核算结果

根据式（11-2）~式（11-4），DR机房的辐射效能核算情况见表 11-7。

表 11-7 DR 机房屏蔽能力核实计算

墙体名称		采用参数 (m)		计算厚度 (mm)	医院提供 设计厚度 (mm)	设计厚度下瞬 时剂量率 (μ Sv/h)	设计是否 满足屏蔽 要求
北 墙	墙体 (过道)	散射 漏射	3.85	263 实心砖	240 空心砖+2mmPb	0.1	是
东 墙	墙体 (控制室)	散射 漏射	2.77	284 实心砖	240 砖+30BaSO ₄	0.12	是

续表 11 环境影响分析

	防护门 (控制室)	散射 漏射	4.52	2.69Pb	4Pb	0.60	是
	观察窗 (控制室)	散射 漏射	2.77	3.03Pb	4Pb	0.16	是
南 墙	墙体 (过道)	散射 漏射	3.85	263 实心砖	240 砖+30BaSO ₄	0.11	是
	防护门 (过道)	散射 漏射	4.29	2.73Pb	4Pb	0.066	是
西 墙	墙体 (准备间)	散射 漏射	2.77	284 实心砖	240 砖+30BaSO ₄	0.12	是
	顶棚 (病房)	散射 漏射	4.62	178 砗	120砗+2mmPb	0.05	是
	地面 (车库)	散射 漏射	4.52	179 砗	120砗+2mmPb	0.06	是

根据上述计算可知, DR 机房四面墙体、天棚及防护门窗设计屏蔽厚度均满足要求, 瞬时剂量小于 2.5 μ Sv/h, 医院按环评建议厚度修建后, DR 机房评价范围内的敏感点受 X 射线装置运行时的影响很小, 环境可以接受, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 要求。

3、机房内通风

射线诊断装置运行时会产生少量的臭氧。因此射线诊断装置机房采用动力排风装置保持良好的通风, 以降低臭氧浓度。根据医院设计情况, 改建前留观室无通风装置, 医院拟在改建射线装置机房内新安装机械通风装置, 用管道连接排至室外, 排风量达到 600 m³/h, 另外机房通风排风管外口不朝向环境敏感点并远离空调进风口。在此基础上, 因排放室外有限的有害气体经空气稀释, 将很快恢复到原来的空气浓度水平, 加上 O₃ 的分解时间不到 10 分钟, 能满足环境空气质量标准。

11.2.3 职业照射人员与公众附加年有效剂量

X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算:

$$H_{E,r}=H*(10)\times T\times t\times 10^{-3}(mSv) \quad (11-6)$$

其中: $H_{E,r}$ —— X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量, mSv;

续表 11 环境影响分析

$H^*(10)$ —— X 或 γ 射线周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T——居留因子;

t—— X 或 γ 射线照射时间, h。

11.2.3.1 DSA 机房附加年有效剂量

按医院提供资料,永州市中医医院本次新增 1 台 DSA。医院现有 24 名放射工作人员,新增辐射工作人员 1 名。本环评要求项目建成以后,调配介入医生至少 2 名。工作场所为住院大楼一楼介入室,医院年进行手术台数总约 200 台次/年。

(1) 手术室医护人员

根据医院提供资料,医院 DSA 的辐射工作人员拟配置为专职辐射工作人员,不从事其他 X 射线装置的操作。因此,DSA 辐射工作人员的个人受照剂量仅来源于操作 DSA 所受剂量。介入治疗工作人员在机房内床旁操作时受到的照射剂量相对较大。

本环评通过类比引用工作负荷及人员配备情况与永州市中医医院相接近的攸县人民医院同类型的 DSA 设备数据进行预测。攸县人民医院于 2015 年 4 月 13 日委托相关资质单位对其辐射工作场所进行了 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行了监测(监测报告:鹏辐(监)[2015]76 号)。本项目 DSA 拟安装地与攸县人民医院辐射工作场所对比情况如下表:

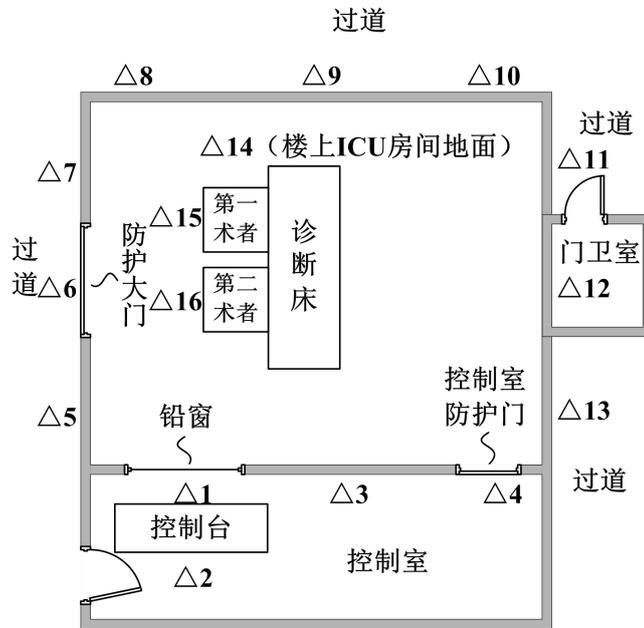
表 11-8 类比设备与本项目 DSA 对比情况

项目	名称	攸县人民医院	本项目
机房防护情况	四周墙体	240mm 砖+30mmBaSO ₄	380mm 砖+30mmBaSO ₄
	顶棚	120 砧+30mmBaSO ₄	120mm 砧+2mmPb
	防护门	4mmPb	4mmPb
	观察窗	4mmPb	4mmPb
机房尺寸 (m)		8.4×6.2×3.4	8.5×6.3×3.6
机房面积		52m ²	53.6m ²
生产厂家/设备型号		飞利浦 FD20	Artis one
最大管电压/最大管电流		125kV/1000mA	125kV/1000mA
手术类型		心血管手术	以心血管手术为主

续表 11 环境影响分析

工作负荷/年	约 300 台	约 200 台
介入医生配备	3 人	2 人

攸县人民医院 DSA 机房监测布点示意图如下：



备注：△为监测点位。

监测结果见下表：

表 11-9 攸县人民医院 DSA 机房现状监测表

点位编号	监测点描述	周围剂量当量率 (μSv/h)	
		摄影	透视
监测条件		摄影：75kV， 150mA	透视：76kV， 5.7mA
Δ1	铅窗表面	0.09	0.12
Δ2	工作人员操作位	0.11	0.10
Δ3	墙表面 30cm	0.13	0.11
Δ4-1	控制室防护门上门缝表面 30cm	0.12	0.13
Δ4-2	控制室防护门左侧表面 30cm	0.11	0.10
Δ4-3	控制室防护门中间表面 30cm	0.13	0.09
Δ4-4	控制室防护门右侧表面 30cm	0.11	0.11
Δ4-5	控制室防护门下门缝表面 30cm	0.13	0.13
Δ5	墙表面 30cm	0.12	0.11

续表 11 环境影响分析

△6-1	防护大门上门缝表面 30cm	0.11	0.12
△6-2	防护大门左侧表面 30cm	0.12	0.13
△6-3	防护大门中间表面 30cm	0.11	0.11
△6-4	防护大门右侧表面 30cm	0.12	0.12
△6-5	防护大门下门缝表面 30cm	0.13	0.11
△7	墙表面 30cm	0.12	0.10
△8	墙表面 30cm	0.11	0.09
△9	墙表面 30cm	0.13	0.10
△10	墙表面 30cm	0.12	0.10
△11	墙表面 30cm	0.12	0.11
△12	墙表面 30cm	0.11	0.10
△13	墙表面 30cm	0.10	0.12
△14	楼上 ICU 房间地面	0.10	0.11
△15-1	第一术者操作位头部	—	121
△15-2	第一术者操作位胸部	—	104
△15-3	第一术者操作位腹部	—	106
△15-4	第一术者操作位腿部	—	78.5
△15-5	第一术者操作位足部	—	44.1
△16-1	第二术者操作位头部	—	98.6
△16-2	第二术者操作位胸部	—	83.4
△16-3	第二术者操作位腹部	—	80.7
△16-4	第二术者操作位腿部	—	44.7
△16-5	第二术者操作位足部	—	43.0

由上表可知，介入医生在介入手术过程中无防护的情况下受到的最大周围剂量当量率为 $121\mu\text{Sv/h}$ （第一术者操作位头部），每台介入手术的时间约为 30min ，每台手术中介入医生受到的剂量值为 $60.5\mu\text{Sv/台}$ 。根据医院提供资料，医院年进行介入手术台数总约 200 台次/年，床侧曝光时，操作人员位置人均年有效剂量估算值为 12.1mSv 。另外 DSA 设备自带有不小于 0.5mm 铅当量的悬吊铅玻璃以及床侧铅橡胶挂帘，同时医生穿戴不小于 0.35mm 铅当量的铅防护衣在床旁操作，在 0.85mmPb 的防护下医生实际所受

续表 11 环境影响分析

的剂量要减小 8.8 倍，因此介入治疗工作人员年有效剂量不超过 1.38mSv，低于 4mSv 的剂量管理目标值。按照医院现有年介入治疗台次和从事介入治疗医生数量的情况，医院介入治疗医生的年受照剂量不超过评价年剂量目标管理限值要求。

为进一步减少介入医生的受照时间，医务工作人员在进行介入手术时，应尽可能采用小视野，穿戴防护用品（铅衣服、铅背心、铅手套、铅帽、铅眼镜），并充分利用专用的移动式屏蔽物（悬挂式铅玻璃、铅帘等），利用医院配置的防护设施（悬挂式铅玻璃、铅帘等）做好自身的防护，同时，医院应对介入医生采取轮岗方式的管理措施，根据医院实际需求，相应增加介入医生的岗位人数，控制个人的受照剂量满足项目年剂量目标管理限值的要求。

同时，医院应做好介入治疗手术医生的工作量登记及统计工作，合理安排工作时间及强度；辐射工作人员应正确佩戴个人剂量计，定期做个人剂量监测，保证其受照剂量低于 4mSv/a，满足本评价的辐射工作人员年剂量目标管理限值及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值要求。

因此按照医院现有年介入治疗台次和从事介入治疗医生数量的情况，医院介入治疗医生的年受照剂量不超过评价年剂量目标管理限值要求。届时，根据医院发展情况，如需增加手术台数，则应根据实际情况，增加相应的介入治疗医生，以满足相关标准要求。

（2）控制室辐射工作人员

根据医院提供资料，永州市中医医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 4 人次/周，年工作为 50 周，平均每次进行手术时 DSA 有效开机时间平均约为 30min，年有效开机时间约为 100h。控制室操作人员位于控制室内。根据前节计算，在观察窗的瞬时剂量估算值为 0.014 μ Sv/h，可计算出控制室内工作人员年附加有效剂量最大约为 0.002mSv/a，低于评价标准 2mSv 年剂量目标管理限值要求。

（3）公众成员剂量估算

本项目 DSA 机房周围公众成员主要位于 DSA 机房楼上病房，根据前节计算结果可知，楼上的瞬时剂量估算值为 0.012 μ Sv/h，居留因子为 1，医院有 1 台 DSA，工作时间按 100h 来计算，则公众成员最大年附加有效剂量为 0.001mSv/a，小于本评价年剂量目标管理限值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

续表 11 环境影响分析

11.2.3.2 DR 附加年有效剂量

根据医院情况预计拟配置 DR 的工作负荷，按照每台射线装置由 1 人进行操作，本项目 DR 有效剂量当量估算见表 11-10。

表 11-10 医院Ⅲ类射线装置年有效剂量估算表

序号	射线装置名称	工作负荷 (人次/年/台)	每人每次 曝光时间 (s)	年最大 有效开机 时间	墙体外剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量当量(mSv)	
						辐射工作 人员	非辐射工作 人员和公众 成员
1	DR	20000	0.1-0.5	2.78h	0.16	≈ 0 (本底)	≈ 0 (本底)

注：公众成员在环境中居留因子取 1/4 进行计算。

根据上述核算，DR 的辐射工作人员和公众成员所受到的年附加有效剂量均远小于本评价管理目标值 2mSv/a、0.1mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

11.2.4 对敏感点的影响分析

根据上述分析，机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率低于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足评价标准要求。从年附加有效剂量估算值来看，各射线装置机房的辐射工作人员年附加有效剂量低于评价标准 2mSv 年剂量目标管理限值要求，从剂量估算结果来看，机房外活动的公众成员年附加有效剂量低于 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。同时，项目废气的浓度远远低于国家标准要求，对机房外环境影响很小，因此对医院内其他区域的影响也很小。

本项目的主要环境敏感点为射线装置机房所在的住院大楼周边约 10m~20m 处的院区建筑，射线装置运行时对其产生的辐射影响很小，对更远的敏感点产生的影响将更小，环境敏感点可接受。

11.2.5 选址合理性及平面布局合理性分析

11.2.5.1 选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，国家有关标准和文件对拟建项目的择址未

续表 11 环境影响分析

加明确限值。

(1) 根据医院提供的资料和评价单位现场踏勘，射线装置机房场地内未发现滑坡、坍塌、地裂等不良地质灾害现象，场地现状稳定性好，水文地质条件简单。

(2) 根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

(3) 本项目位于医院住院大楼一楼东南侧，拟配设备和现有设备位置集中使用，方便病人就诊。

(4) 本项目机房均远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。

从环境保护角度分析，本项目选址可行。

11.2.5.2 布局合理性分析

本项目辐射工作场所包括住院大楼一楼介入室和放射科。根据现场踏勘情况，介入室和放射科位于住院大楼一楼东南侧，相对远离周围环境敏感点。各设备均设置了机房和控制室，总体用房与其他科室用房分开，放射诊疗区和非放射诊疗区分开，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集角落里，能更好的保护病人及医院工作人员的安全，有利于采取相应的辐射防护措施。

从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

11.2.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目的建设对保障健康、拯救生命起着十分重要的作用。项目营运以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。此外，通过核算，该项目屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。

因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

续表 11 环境影响分析

11.2.7 产业政策符合性

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力，符合清洁生产和环境保护的总体要求。同时，本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 9 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正）第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用。项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险类型

医院拟使用医用 X 射线装置开展辐射诊疗工作，不同情况将会产生不同的事故。医院应按照各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照应急预案的要求进行补救，加强应急响应准备和事故应急演练，减少辐射事故对周围环境和人员带来的伤害。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-11。

表 11-11 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目各射线装置可能发生的辐射事故等级见表 11-12。

续表 11 环境影响分析

表 11-12 本项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
DSA-II 类射线装置	X 射线	①有人误入正在运行的射线装置机房；②有人未撤离机房外面人员启动设备；③检修、维护人员误操作造成误照射；④辐射工作人员未穿铅衣进行手术。	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故
DR-III 类射线装置	X 射线	①有人误入正在运行的射线装置机房；②有人未撤离机房外面人员启动设备；③检修、维护人员误操作造成误照射。	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故

本项目所有装置均属 X 射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，最大可能的事故主要有以下几种：

- (1) 安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置辐照室；
- (2) 工作人员或病人家属还未全部撤离辐照室，外面人员启动设备，造成有关人员被误照；
- (3) 检修、维护人员误操作造成误照射；
- (4) 辐射工作人员未穿铅衣进行手术（介入手术）。

11.3.2 本项目辐射事故危害及对敏感点的影响

根据有关研究调查，人员受到照射在 0.25Gy 以下时，症状不明显，在 0.5Gy 以下，少数受照者出现头晕、乏力、失眠、食欲减退及口渴等。

本项目的机房是按照设备在额定工况下运行（DSA、放射诊疗设备）和无屏蔽的情况下进行辐射防护屏蔽的，设备发生各种事故时其射线能量不会超过额定能量，因此，发生上述事故时均在机房内，事故发生后对机房外周围环境敏感点的影响与正常工况下相比，无其他附加影响。根据环境影响分析，项目各设备运行对周围环境敏感点的影响满足评价标准的要求，环境敏感点可以接受。

11.3.3 射线装置潜在危险及辐射事故预防处理措施

- (1) 门灯指示灯失效

续表 11 环境影响分析

门灯指示灯失效，X 射线机处于出线状态，人员误进入机房而受到误照射。

预防措施：按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在警示灯失效的情况下违规操作。

(2) 人员留在机房内未作防护

工作人员进入机房后，未全部撤离，仍有人员滞留在机房内，且没有采取辐射防护措施，放射设备开始出线后，滞留人员受到不必要的照射。

预防措施：撤离机房时清点人数，必须按程序对机房进行全视角搜寻，对滞留机房内的无关人员强行劝离。有外来人员进入时，工作人员应根据情况，采取急停或相应措施，阻止外来人员受到误照射。

(3) 人员操作失误

由于工作人员缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为造成辐射事故的最大原因。特别是对育龄妇女、孕妇、儿童等敏感人群照射前，没有按照规定告知、说明或者没有对敏感器官进行必要的屏蔽防护，造成辐射事故。

预防措施：辐射工作人员必须加强防护知识培训，提高防护技能，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感；严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

(4) 未进行质量控制检测

诊疗设备年久或更换部件和维、检修后，未进行质量控制检测，机器性能指标发生变化，有可能在诊疗过程中使患者可能受到较大剂量的照射。

预防措施：医院做好设备稳定性检测和状态检测，使设备始终保持在最佳状态下工作。

(5) 工作人员业务技能不高

工作人员业务技能差，经验不足，操作不熟练等，致使患者和医生受到超剂量照射。

预防措施：医院应定期组织辐射工作人员学习专业业务知识，不断提高业务水平。

(6) 非辐射公众成员受到超剂量照射

非辐射工作人员由于工作需要或误进入开机的机房内，长时间停留，造成超剂量照射。

预防措施：医院警示标志正确张贴，保证门灯联锁、门机联锁的有效性。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已经指定了特定人员负责辐射安全工作，成立了辐射防护安全管理小组（附件五），负责整个医院的放射防护与安全管理工作，并明确了领导小组职责，该小组人员应认真个人职责工作，应有高度的责任心，熟悉和掌握有关放射性的基本知识和辐射防护的一系列法规，并严格遵守执行。

表 12-1 辐射安全与环境保护管理机构及专（兼）职管理人员表

机构名称	辐射防护安全管理小组					
管理人员	姓名	性别	学历	职务或职称	工作部门	专/兼职
组长	王文革	男	本科	院长	院办	兼职
副组长	熊忠太	男	本科	副院长	院办	专职
成员	唐飞	男	本科	主治医师	放射科	专职
成员	肖功跃	男	大专	主治医师	放射科	兼职
成员	李专山	男	本科	设备科主任	设备科	兼职
成员	冯志成	男	中专	放射科医师	放射科	专职
成员	雷秋娥	女	本科	陀螺刀治疗中心主任	陀螺刀治疗中心	兼职
成员	黄琼	女	本科	主治医师	放射科	专职
成员	杨永华	男	本科	放射科技师	放射科	兼职

根据表 12-1 可知，辐射防护安全管理小组设置了 1 个组长，1 个副组长以及 7 个成员。其中专职人员熊忠太为本科学历，其他人员均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后，医院的辐射安全工作管理人员能满足配置要求。

医院现有环境保护管理机构基本满足项目运行需要，根据实际运行情况，还需增加：

- ①应急预案处理小组，并定期进行应急培训；
- ②成立安全和防护状况日常检查小组，发现隐患当立即整改。

续表 12 辐射安全管理

12.1.2 辐射工作人员

为满足医院放射工作和安全的需要，医院根据要求配置相应的辐射工作人员，目前医院已有和拟新增的工作人员情况见下表 12-2。

表 12-2 辐射工作人员登记表

序号	姓名	性别	学历	工作岗位	个人剂量计编号	放射工作人员证号
现有人员情况						
1	陈国姣	女	大专	放射医师	12024001	永 2008063
2	肖功跃	男	大专	主治医师	12024002	永 2008058
3	李斌	男	大专	主治医师	12024004	永 2008057
4	李建平	男	本科	副主任医师	12024005	永 2008054
5	杨永华	男	本科	医师	12024006	永 2008059
6	邓建军	男	大专	主治医师	12024007	永 2008055
7	艾志远	男	本科	主治医师	12024008	永 2012014
8	蒋斌	男	本科	放射医师	12024009	永 2008060
9	周钢	男	大专	技师	12024010	永 2008061
10	唐飞	男	本科	主治医师	12024012	永 2008064
11	肖敏	男	中专	技师	12024013	永 2008067
12	石翀	男	本科	放射医师	12024014	2016-172
13	李亚荣	男	本科	副主任医师	12024015	2016-174
14	钱锋	男	硕士	主治医师	12024016	2016-175
15	唐海斌	男	本科	副主任医师	12024017	/
16	全昌文	男	硕士	主治医师	12024018	2016-179
17	蒋轩	男	硕士	中医师	12024019	2016-178
18	龙娟	女	本科	放射诊断	12024020	2016-181
19	雷欢	女	本科	放射诊断	12024021	2016-173
20	陈淑华	男	本科	陀螺刀治疗技师	12024025	2016-180
21	万小强	男	中专	陀螺刀放疗物理师	12024026	/
23	黄琼	男	本科	主治医师	12024023	2016-177
24	冯志成	男	中专	医士	12024024	2016-171
拟新增人员情况						
1	汤铁华	男	本科	放射医师	12024022	2016-176

由上表可知，医院目前配置了医师、技师等放射工作人员共 24 人，基本满足现有放射设备的运行要求。根据调查，部分人员已进行辐射安全与防护培训并取得合格证，部分人员还未进行辐射安全与防护培训。从人员配备上来看，已从事负责的放射工作人员具有一定的辐射安全防护基本知识和技能，为预防放射事故的发生有一定的防护意识和应急能力，基本能满足现有射线装置的操作要求。

续表 12 辐射安全管理

本项目拟新增辐射工作人员 1 名。其他射线装置放射工作人员均依托现有辐射工作人员。本次环评建议将从事介入治疗的人员纳入放射工作人员进行管理，定期开展防护知识培训、个人剂量监测和职业健康体检工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 第 31 号）本次环评提出，建设单位应根据上述要求，介入中心至少需要增加 2~3 名辐射工作人员，III 类射线装置机房按照工作量的需求，每个机房至少配备 1~2 名辐射工作人员；且所有放射工作人员中应至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作，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。

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定：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。环境保护部令第 18 号第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范，以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

因此，本环评要求医院在本项目运营前，组织未进行培训的人员以及拟新增辐射工作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，考核合格后方可上岗，做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时，取得培训合格证的人员，医院应每四年组织一次复训。且医院应将从事介入治疗的工作人员纳入放射工作人员进行管理，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，每 1~2 年进行放射工作人员健康体检。

12.2 辐射安全管理规章制度

为保障放射源及射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对辐射设备情况和预期工作情况初步制定了以下管理制度（详见附件九），医院制定了一系列的规章制度，具体制度有：

- (1) 《放射科工作制度》
- (2) 《放射防护管理制度》
- (3) 《辐射防护与控制制度》
- (4) 《辐射工作人员个人剂量管理制度》

续表 12 辐射安全管理

- (5) 《射线装置安全操作规程》
- (6) 《放射科设备使用制度》
- (7) 《DR 摄影操作规程》
- (8) 《CT 室工作制度》
- (9) 《CT 机操作规程》
- (10) 《放射事故管理制度》
- (11) 《放射事故应急处置预案》

上述管理制度的操作规程只能满足医院目前的辐射工作，须按照国务院令 449 号（2005）《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、国家环境保护部令 3 号（2008）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等现行要求修改，全面完善和健全各项规章制度，补充以下规章制度：

- (1) 《介入中心工作制度》
- (2) 《血管造影机操作规程》
- (3) 《介入中心受检者防护制度》

医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，应根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容加以完善和补充，并确保各项制度的落实。

12.3 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，提出如下辐射环境管理要求：

(1) 依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定，该医院必须向环保部门申请办理安全许可证等相关环保手续。

(2) 明确放射防护安全管理小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个公司的放射防护与安全工作。建立放射防护安全防护管理制度，履行放射防护职责，确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众成员的权益，尽可能避免事故的发生。

(3) 医院放射工作人员必须定期经过放射工作安全防护培训，培训合格并取得辐

续表 12 辐射安全管理

射工作安全防护培训合格证方可上岗；操作人员必须遵守各项操作规程，检查仪器安全并做好当班记录，严格执行交接班制度，发现异常及时处理。

(4) 各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的放射工作场所均必须有电离辐射警示标志，各机房门屏蔽门上方还必须要在工作指示灯。警告标志的张贴必须规范。

(5) 每年应至少进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，医院工作人员应持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训 and 安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。对个人剂量超过或接近管理目标的放射工作人员应暂离岗位，并在今后的工作中增加监测频率。对放射工作人员每两年进行健康体检并形成制度。进入机房的工作人员佩带个人剂量报警仪，记录个人所受的射线剂量。

(6) 制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7) 应当加强对本单位与射线装置安全和防护状况的日常检查，定期检查机房的报警装置系统、防护仪表和 X 射线输出剂量误差，发现问题及时解决；发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（以下简称“发证机关”），经发证机关检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(8) 对医院辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(9) 按照《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令）第十二条规定，建设项目的规模发生变化，或者建设项目环境影响报告书自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告文件应重新编制，报批。

(10) 安装、维修或者更换与辐射源有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行防护监测验收，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

(11) 建设项目竣工环境保护验收涉及的辐射监测，由使用射线装置的单位委托经环境保护主管部门批准的有相应资质的辐射环境监测机构进行。

(12) 医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保

续表 12 辐射安全管理

环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。

12.4 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

医院必须配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对医院使用的各射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所内外环境的监测。

12.4.1 工作场所内外环境监测

医院应自行配备 X- γ 剂量率测量仪（定期进行计量检定），对射线装置及机房四周环境进行监测。发现问题及时整改。监测数据每年年底向市环境保护局和省环境保护厅上报备案。

12.4.2 防护性能监测

医院需自检和委托有资质的单位对放射诊疗设备的防护性能和安全联锁系统定期检查，以保证符合有关标准的要求。检查频率为每年不少于一次。

12.4.3 验收监测

项目建成后建设单位应及时委托有资质的单位对本工程进行验收监测。

12.4.4 辐射工作人员的健康监护及个人剂量监测

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《辐射工作人员健康标准》的规定执行，医院应为辐射工作人员建立个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，并妥善长期保存，直至工作人员脱离放射工作后二十年。

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量检测资质的单位进行。个人照射累积剂量每 3 个月为一监测周期，如发现异常可加密监测频率。

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，医院应为每名工作人员配置个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量监测，发现个

续表 12 辐射安全管理

人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。医院还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当永久保存。

医院监测计划要求如下表 12-3 所示。

表 12-3 医院监测计划要求一览表

监测（检查）项目	具体内容	周期	备注
个人剂量	外照射剂量	每年度（三个月为一周期，一年监测四次）	X 射线
工作场所辐射水平	各射线机房、控制室和 DSA 机房及控制室	每年委托监测一次 自检 1~2 次	X 射线
周围环境辐射水平	各射线机房、DSA 机房和周围环境	每年委托监测一次	X 射线
设备技术性能	各射线装置	每年委托监测一次 自检 1~2 次	—
门机联锁、工作指示灯、警示标识	各射线装置工作指示灯、警示标识等相关防护措施	每次 每月自检 1 次	—

12.4.5 医院辐射环境现状监测

（1）工作场所内外环境监测

根据国家规定每 1~2 年接受辐射防护管理部门对工作场所周围环境进行常规监测，发现问题及时整改。监测资料存档。

根据医院提供资料，医院年度内总体情况良好，没有发生辐射事故，也没有辐射事故的投诉和举报。

（2）个人健康监护及个人剂量监测

医院组织从事放射工作的职业人员进行了健康医学检查，并按照《辐射工作人员健康标准》的规定执行，为辐射工作人员建立了个人健康档案。个人健康体检报告见附件八，因文件页数较多，本环评选取了部分工作人员体检报告作为附件。由附件八可以看出，医院 2014 年 9 月 15 日委托永州市疾病预防控制中心对辐射工作人员进行了职业健康监护检查，检查结果均正常，可以从事或者继续从事放射性工作。

医院为辐射工作人员配置了个人剂量计，根据医院提供资料，目前其建立了以一个季度（90 天）为测度周期的个人剂量检验报告，并保存好检验报告，发现有工作人员超

续表 12 辐射安全管理

出本评价提出的年剂量约束限制，立即停止辐射工作。由附件七可以看出，永州市中医医院 2016 年 11 月 14 日委托湖南省职业病防治院对辐射工作人员进行了个人剂量计的检测，辐射工作人员检查结果均未见异常，可继续从事辐射工作。

另外，本环评建议医院对长期从事辐射工作的人员实施轮岗，特别是年龄已超过 45 岁的辐射工作人员，尽量降低由于长时间接触职业危害因素对身体健康造成的伤害。

12.4.6 医院辐射防护符合项分析

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号对使用 II 类射线装置要求及医院目前实际筹备计划，做出如下符合项评价，见表 12-4。

表 12-4 医院从事辐射活动能力评价表

应具备条件	落实情况	还需落实的工作
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	现有 24 名辐射工作人员，部分已参加培训，本次新增辐射工作人员 1 名已参加培训	所有辐射工作人员，需要参加培训并取得合格证后方可上岗
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	按照要求进行 DSA 机房及 DR 机房的装修	要求 DSA 机房及 DR 机房按要求装修，要求设置门灯联动装置，机房外醒目处设置电离辐射警示标志以及工作状态指示灯
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，包括个人剂量计	现有辐射工作人员配有个人剂量计	上岗前，所有辐射工作人员应配备个人剂量计
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已经制定了放射防护管理、设备操作制度、放射科管理制度、应急预案等	应进一步制定岗位操作制度、场所监测计划、应急演练制度等
有完善的辐射事故应急措施	已制定	定期开展应急演练工作

12.5 辐射事故应急预案

12.5.1 事故应急培训演习计划

1、事故应急演练：完善的预案、周到的准备和准确的事事故处理必须依靠定期的应急演练来加以巩固和提高，从而真正发生时能够做到沉着应对、科学处置。组织应急演练应注意以下几个方面。

(1) 制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、参演人员等。

续表 12 辐射安全管理

(2) 进行合理的人员分工。成立演练领导小组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

(3) 做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

(4) 开展认真的实战演练，按照事先预定的方案和程序，有条不紊的进行，演练过程中除非发生特殊情况，否则尽量不要随意中断。若出现问题，演练完毕后再进行总结。

(5) 做好完整的总结归纳，演练完毕要及时进行归纳总结，对于演练过程中出现的问题要认真分析，并加以改正，成功的经验要继续保持。

2、应急响应准备：包括建立辐射事故应急值班制度、开展人员培训、配备必要的应急物资和器材。

(1) 辐射事故应急办公室应建立完善的辐射事故应急预案机制，及时收集、分析辐射事故相关信息，协调下设小组人员开展辐射事故应急准备工作，定期开展事故应急演练，提高应急处置能力。

(2) 定期就辐射安全理论，辐射事故应急预案、程序和处置措施，以及应急监测技术等内容组织学习，必要时进行考核，以达到培训效果。

(3) 根据医院核技术利用情况，可能发生的事故级别，做好事故应急装备的准备工作。主要包括交通、通讯、污染控制盒安全防护等方面的物资和器材，具体见表 12-5。

表 12-5 辐射事故应急物资和器材

器材或物资类别	名称及数量	维护保养要求
监测仪器	个人剂量报警仪若干	定期开展维护保养和计量检定，保证仪器设备完好
通讯工具	手持对讲机或移动手机若干	定期充电、检查，保证完好
取证工具	数码照相机、摄像机、测距仪等	定期充电、检查，保证完好
警戒设备	电离辐射警告标志、警示灯等	保持干净、完好
人员防护设备	防辐射工作服、防护眼镜、手套(乳胶或纱棉)、 口罩	保持干净、完好

12.5.2 事故应急处理措施

辐射事故一旦发生，应立即采取以下措施进行处理，并根据事故情况启动应急预案。主要应急处理措施如下：

续表 12 辐射安全管理

①DSA 等 X 射线类装置射线无高压输入时即停止发射射线，因此处理此类事故的首要一条就是切断电源，切断电源可以停止照射；

②立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大事故范围的环节，防止事故扩大和蔓延；对可能受伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员控制事故现场，并根据需要实施医学检查和医学处理。

③如因射线装置输出量异常发生人员受到异常照射的事故，应及时检修射线装置，并进行输出量计量校准。保存控制器上的照射记录，不得随意更改，以便事后对受照人员进行受照剂量估算；

④若事故后经检查为机器出现故障，应通知厂家立即派专业技术人员到现场排除故障。医院不能擅自处理；

⑤发生辐射事故后，根据受照情况，应迅速安排事故受照人员的医学检查和医学监护。并在 2 小时内向医院领导及有关行政主管部门上报。并配合有关部门进行调查，查找事故原因，做好相关防范措施。

⑥医院应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。具体处理方法按《核与放射事故干预及医学处理原则》（GBZ113-2006）和《辐射损伤医学处理规范》（卫生部、国防科委文件卫法监发[2002]133 号）进行。

12.5.3 应急报告程序

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市环保局，并同时向省环保厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

辐射安全管理办公室（医务科）电话：0746-8423942

院总值班室电话：0746-8422807

市环保局电话：12369（24 小时）

省环境保护厅电话：0731-85698110

永州市中医医院制定的应急预案，内容详实，可操作性较强，能够满足在发生辐射安全事故时的应急处理的需要。同时，建设单位在日常加强事故演习，加强医院人员的

续表 12 辐射安全管理

安全文化素养培植，使树立较强的安全意识，减少人为因素导致的意外事故的发生率，确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益。

综上所述，评价认为，永州市中医医院辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008修订）》等相关标准的要求。

表 12-6 环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求	要求	
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	齐全	
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构,制定相应的规章制度和事故应急预案	制定并落实各项制度,有关制度上墙	
3	人员要求	管理人员和辐射工作人员持证上岗,4年进行1次复训	环境保护部令第3号、环境保护部令第18号	
4	放射工作人员组成	本项目放射工作人员部分依托现有放射工作人员,共计24名,拟新增放射工作人员1人。(要求至少有1名医用物理人员,1名具有本科以上学历的技术人员,有1名具有大专以上学历的技术人员)	齐全	
5	辐射安全防护措施	1、辐射防护监测设备和个人防护用品按表10-2要求进行配置 2、要求设置门灯联动装置,门上设置有声、光报警;机房外醒目处张贴电离辐射警示标志以及工作状态指示灯;通道悬挂走向指示牌 3、辐射机房在控制室与治疗室之前应设观察窗与对讲机。 4、射线机房内设置通风装置,保持良好的通风,机房内不得堆放无关杂物 5、门与墙缝隙搭接满足要求,有效防止射线泄漏射 6、制度上墙	GBZ130-2013 GBZ18871-2002	
6	辐射监测	1、每1年接受辐射防护管理部门对工作场所周围环境进行常规监测,年度评估 2、医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测,每2年进行放射人员健康体检,并将资料存档管理	齐全	
7	机房面积及最小单边长	DSA 机房: $\geq 30\text{m}^2$, 最小单边长 4.5m (参考) DR: 单管头: $\geq 20\text{m}^2$, 最小单边长 3.5m	GBZ130-2013	
8	电离辐射	剂量限制	1、DSA 介入医生年有效剂量 $\leq 4\text{mSv}$ 2、其他辐射工作人员年有效剂量 $\leq 2\text{mSv}$ 3、公众成员年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv}$	GB18871-2002、及环评批复
		墙体外剂量率控制	距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	GB18871-2002 GBZ130—2013
9	废气	射线机房内均设置机械动力通风装置	GBZ130-2013	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

永州市中医医院位于永州市冷水滩区九嶷巷 14 号。为提高医院对疾病诊疗能力和医院竞争力，永州市中医医院拟投资 980 万元进行永州市中医医院核技术利用改扩建项目建设，分别在住院大楼一楼介入室，新增 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA），属于 II 类射线装置；在住院大楼一楼放射科新增 1 台数字化医用 X 射线摄影系统（DR），属于 III 类射线装置。

根据现场踏勘情况，上述新增设备已购置，未装机。目前住院大楼一楼介入室 1 间 DSA 机房和放射科 1 间 DR 机房改建工程尚未进行，未装修。

通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

13.1.2 实践正当性分析

医院射线装置对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.1.3 产业政策符合性分析

项目投入使用的 DSA、DR 为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，本项目属于国家发展和改革委员会令第 9 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正）第一类——鼓励类中“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”。项目符合国家相关法律法规和政策的规定，符合国家产业政策。

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

根据现场监测结果，项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率在 130~138nGy/h 之间，与湖南省永州市天然放射性水平调查研究相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见异常，项目拟建址辐射环境质量现状良好。机房选址均远离医院内及周围环

续表 13 结论与建议

境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、废水、废气、固体废物等均得到有效治理，达标排放对环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

2、布局合理性分析

本项目辐射工作场所包括住院大楼一楼介入室和放射科。根据现场踏勘情况，介入室和放射科位于住院大楼一楼东南侧，相对远离周围环境敏感点。各设备均设置了机房和控制室，总体用房与其他科室用房分开，放射诊疗区和非放射诊疗区分开，方便病人诊疗和医生办公，且放射诊疗区置于人流不密集角落里，能更好的保护病人及医院工作人员的安全，有利于采取相应的辐射防护措施。从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

13.1.5 环境影响分析结论

1、机房使用面积

本项目各射线装置机房的使用面积满足标准要求。

2、墙体屏蔽的辐射防护

本项目医用 X 射线装置机房屏蔽厚度按照医院设计值进行建设，通过预测结果，各机房的四周墙体、天棚、地板、防护门和观察窗的厚度能满足要求，能有效保证辐射工作场所的安全。

3、剂量估算

通过核算，从事本项目的辐射工作人员和公众人员的年附加有效剂量均满足本环评的剂量约束限值要求介入医生： 4mSv/a ，其他辐射工作人员： 2mSv/a ，公众人员： 0.1mSv/a 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关标准的要求。

13.1.6 辐射防护与安全措施

①机房各墙体厚度按照环评的要求进行建设，保证施工质量。

②按照本评价提出的要求，设置相应的联锁装置、紧急停机、工作状态指示灯、电离辐射警示标志灯等。

③各机房的过墙电缆线、管线孔、通风管道等均采用 U 型走向，并保证机房内良好的通风。

续表 13 结论与建议

④根据需要为医生、病人配置铅围裙、铅眼镜等防护用品。

⑤所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。

13.1.7 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射防护安全管理小组，各项规章制度、操作规程、应急处理措施等基本健全、具有可操作性，但仍应加强日常应急响应的准备工作及应急演练。医院应严格执行各项规章制度执行，辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行检查并安排健康体检。医院还应在今后的工作中，按照相关标准要求不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，永州市中医医院严格按照环评要求进行建设后，医院核技术利用改扩建项目运行时对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；该项目对环境的辐射影响是可接受的。永州市中医医院在落实了本环评提出的各项环境保护及污染防治措施的前提下，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 要求

1、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.1 款的相关规定，医院应每一季度定期对从事辐射诊疗的工作人员进行个人剂量监测。加强工作人员的辐射防护，工作人员必须配戴个人剂量计。

2、在项目运行前，医院必须组织好放射工作人员岗位，并安排放射工作人员进行辐射防护培训，培训合格者方可上岗。医院应安排人员参加环保行政主管部门或其他单位举办的辐射防护相关知识的培训学习，并进行 4 年一次复训。

3、核医学科要求墙体、地面、台面的装饰材料以及卫生设施按照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）中关于乙级非密封源工作场所采购装修。及时监测表面污染水平采取防护措施。

4、根据医院的实际情况和项目建设进展，医院应进行验收手续。

5、医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定重新申领辐射安全许可证。

6、对医院辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

7、医院拆除或更改环境保护设施，需得到环境保护部门批准后才可实施。

续表 13 结论与建议

13.3 建议

1、医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

3、医院在项目实施后，需要根据实际情况修改完善各项制度，并组织实施。各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的放射工作场所（包含移动 X 射线装置工作场所）均必须有电离辐射警示标志，各机房门屏蔽门上方还必须要有工作指示灯。警告标志的张贴必须规范。

4、医院辐射防护标识应全面、清晰，不留死角。

5、负责 DSA 介入手术的医护人员应按辐射工作人员进行管理，定期开展辐射防护知识培训、个人剂量监测和职业健康体检。

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