

核技术利用建设项目
湘潭市第一人民医院核技术利用扩建项目
环境影响报告表

(报批稿)

湘潭市第一人民医院

二〇一九年一月

修改清单说明

序号	评审意见	修改说明	修改位置
1	从事介入治疗的医师、护士纳入放射 工作人员管理	已修改	详见 P41 下划线
2	结合 DSA 工作量的情况，进一步估 算人员附加受照剂量	已修改	详见 P27、P28、P29、 P30 下划线
3	专家提出的其它意见	已修改	详见文中下划线

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	7
表 3 非密封放射性物质.....	7
表 4 射线装置.....	8
表 5 废弃物（重点是放射性废物）.....	9
表 6 评价依据.....	10
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	18
表 10 辐射安全与防护.....	22
表 11 环境影响分析.....	26
表 12 辐射安全管理.....	32
表 13 结论与要求.....	39
表 14 审批.....	42

附图：

附图 1：湘潭市第一人民医院地理位置图

附图 2：湘潭市第一人民医院总平面布置示意图

附图 3：5# 楼一楼 DSA 机房平面布置图

附图 4：项目周边现状图

附件

附件 1：委托函

附件 2：辐射安全许可证

附件 3、关于调整放射防护委员会成员的通知

附件 4、辐射事故应急预案

附件 5、辐射安全防护管理规章制度

附件 6、放射科工作制度

附件 7、放射科特殊造影及介入检查工作制度

附件 8、放射科仪器设备保养维修工作制度

附件 9、放射工作人员培训计划

附件 10、职业外照射个人剂量检测结果表（部分）

附件 11、放射工作人员职业健康体检报告（部分）

附件 12、部分人员辐射安全培训证

附件 13、体检复查报告（部分）

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湘潭市第一人民医院核技术利用扩建项目				
建设单位		湘潭市第一人民医院				
法人代表	刘群友	联系人	陈桥	联系电话	15364157952	
注册地址		湘潭市岳塘区书院路 100 号				
项目建设地点		湘潭市第一人民医院				
立项审批部门				批准文号		
建设项目总投资 (万元)	3000	项目环保投资 (万元)	400	投资比例(环保 投资/总投资)	13.3%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)	
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他					
	项目概述 1.1 医院简介 湘潭市第一人民医院位于湘潭市岳塘区书院路 100 号，医院始建于 1958 年，医院总占地面积 6.9 万平方米，是一所集医疗、教学、科研、预防于一体的国家大型三级甲等综合性医院，是南华大学附属湘潭医院和湘潭临床学院。 医院现有职工 1249 人，其中高级职称 147 人，开设 40 个临床业务科室、14 个医技科室；编制病床 1400 张，实际开放床位 1600 张；拥有省级临床重点专科 2 个（肿瘤科、泌尿外科），市级临床重点专科 4 个（肿瘤科、耳鼻喉头颈外科普外科、神经内科），市级临床重点建设专科 2 个（呼吸与危重症科、心血管内科），市级重点中医					

专科 1 个（中医颈肩腰腿痛专科）、市级临床特色专科 1 个（小儿脑瘫防治专科）。医院总资产达 4.6 亿元，医疗设备价值 2.6 亿元。拥有瓦里安 CLINA 21EX 医用直线加速器、GE1.5T 核磁共振、SOMATOM Definition AS 西门子 128 层螺旋 CT、美国 volusoneE8 型四维彩超、¹³¹I、DR、CR、骨科 C 臂机、16 人高压氧舱、全自动生化仪、全自动蛋白分析仪、电子胃肠镜、婴幼儿氧舱、等离子灭菌器、环氧乙烷灭菌机、颈肩腰腿痛射频消融、臭氧治疗仪等诊疗设备。

1.2 任务由来

随着医院的发展和设备更新换代，已经许可的射线装置不能满足现有工作要求。医院根据实际情况拟增加 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称 DSA）。

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 682 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 44 号令）及《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，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，湘潭市第一人民医院委托核工业二三〇研究所对医院的核技术利用扩建项目进行环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位在现场调查和收集有关资料的基础上，按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目环境影响报告表。

1.3 项目建设规模

- 1、项目名称：湘潭市第一人民医院核技术利用扩建项目。
- 2、建设单位：湘潭市第一人民医院。
- 3、建设地点：湘潭市第一人民医院 5#楼一楼
- 4、建设内容：医院在 5#楼一楼增加 1 台 DSA，最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA，本次环评详细内容见表 1-1。
- 5、项目性质：扩建。

表 1-1 本次环评射线装置一览表

设备名称	台数	位置	型号	电压、电流	类别	备注
DSA	1	5#楼一楼	待定	150KV、1250mA	II	拟购

1.4 核技术利用的目的

X 射线装置是利用肌体密度不同对 X 射线吸收能力也不同，根据病情需要对病

人的某部位或全身进行显像，拍出 X 光片或保存数字影像以供临床诊断，有时，医生需在 X 射线影像的指引下 进行骨科复位、体内取异物、介入手术等工作。

1.5 项目选址

医院拟在 5#楼一楼增加 1 台 DSA，DSA 机房西侧为医院围墙及居民区、北侧为 停车坪，南侧为消毒供应中心，东侧为锅炉房和放疗中心，具体分布见医院总平面布 置图 1-1。



图 1-1 医院总平面布置图

1.6 现有核技术利用项目情况

1.6.1 环评手续落实情况

医院已许可的 II 类射线装置有 4 台（现使用的 II 类射线装置有 2 台，包括 1 台 加速器、1 台 DSA）、III 类射线装置 17 台，后装机 1 台（使用 ¹⁹²Ir 放射源）、核医学 科有 2 处乙级非密封放射性工作场所（批准使用的核素有 ¹³¹I、¹²⁵I），医院现有核技 术利用项目已取得了辐射安全许可证（湘环辐证[02596]，见附件 2。医院现有设备及 验收情况详见表 1-2、1-3、1-4。

表 1-2 医院现有设备及环评情况一览表

序号	主要项目	型号规格	数量	射线装 置分类	安装位置	环评情 况
----	------	------	----	---------	------	-------

1	直线加速器	CLINAC 21EX	1 台	II 类	放疗中心 1 楼	已环评
2	放射治疗模拟机	HMD-1A	1 台	III 类	放疗中心 2 楼	已环评
3	医用血管造影 X 射线机（平板 DSA）	INFX-8000C	1 台	II 类	放疗中心 2 楼	已环评
4	医用血管造影 X 射线机（平板 DSA）	-	2 台	II 类	3#楼 4 楼	已环评
5	移动 DR	（PXD2000）	1 台	III 类	1 号楼 1 楼	已环评
6	X 射线计算机断层摄影装置（CT）	Somatom Definition AS	1 台	III 类	3 号楼 1 楼 CT 一室	已环评
7	X 射线计算机断层摄影装置（CT）	Somatom Definition AS	1 台	III 类	3 号楼 1 楼 CT 三室	已环评
8	通用型摄影系统（DR）	DirectView DR3000	1 台	III 类	3 号楼 1 楼二室	已环评
9	数字化医用 X 射线摄影装置（DR）	Axiom Aristos VX Plus	1 台	III 类	3 号楼 1 楼一室	已环评
10	高频乳腺医用诊断 X 射线机（CR）	HAWK-2M	1 台	III 类	3 号楼 1 楼四室	已环评
11	多功能数字化 X 线机（数字胃肠机）	AXIOM ICONOS R200	1 台	III 类	3 号楼 1 楼三室	已环评
12	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	FLUMINE 36B	1 台	III 类	体检中心 1 楼	已环评
13	数字化胃肠机	TU-51	1 台	III 类	体检中心 1 楼	已环评
14	医用 X 射线碎石机	MJ-208A	1 台	III 类	1 号楼 1 楼	已环评
15	骨科手术用小型 C 臂	Brivo OEC 850	1 台	III 类	3 号楼 5 楼	已环评
16	手术 C 形臂系统	ARCADIS ORBIC 3D	1 台	III 类	3 号楼 5 楼	已环评
17	双能 X 线骨密度仪	QDW4500W	1 台	III 类	门诊楼 4 楼	已环评
18	微焦点牙科 X 射线机	MSD-III	1 台	III 类	口腔科 1 楼	已环评
19	床旁 X 光机	MOBILDRIUE	1 台	III 类	1 号楼 1 楼	已环评
20	X 光机摄影系统	ANGELL-DR-B-L	1 台	III 类	感染科小院	已环评

表 1-3 医院已许可的放射源一览表

序号	名称	类别	活度	所在场所	备注
1	¹⁹² Ir(密封源)	III	3.7×10 ¹¹ Bq	放疗中心 1 楼	使用

表 1-4 医院现使用的非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	场所等级	日等效最大操作量	年最大用量	所在场所	备注
1	¹³¹ I	乙	7.4×10 ⁸ Bq	4.44×10 ¹⁰ Bq	核医学科（放疗中心）	使用

					1 楼)	
2	^{125}I	乙	$11.84 \times 10^7 \text{Bq}$	$9.47 \times 10^{11} \text{Bq}$	3#楼放射科 1 楼 CT2 室	使用

1.6.2 防护措施落实情况

医院在核技术项目进行过程中，基本落实了环评及批复的要求，制定了相关管理制度，采取了必要的防护措施，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

1、射线装置

(1) 屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求；设置铅玻璃观察窗，能清楚观察到机房内情况；控制室和机房间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

(2) 警示标志：防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志；

(3) 对讲监视系统：有效。

(4) 机房内通风：良好。

2、核医学科情况

(1) 医院现有核医学科用房布局基本合理，避免与其它科室交叉；

(2) 辐射工作场所设置醒目的警示标志，病人、医护人员通道用箭头标识进出方向；

(3) 医院采取了相应的辐射屏蔽措施，操作放射性同位素的人员配备了相应的辐射防护用品，各核医学用房均具有一定的屏蔽效果；

(4) 控制区和监督区的地面和工作台面均铺设易清洗的材料，有利于表面污染的控制；

(5) 放射性废水排放至三级衰变池，经十个半衰期后排入医院污水处理系统，核医学科放射性废气通过专用管道引至楼顶排放，放射性固体废物采用先收集在各自相关工作场所的专用污物桶（铅桶）内，再将污物桶内的固体废弃物分期存放到放射性固体废物间内，集中贮存十个半衰期后再处理；

(6) 放射性药品由专人保管，暂存在贮源室，实行双人双锁管理；

(7) 加强了对注射后病人的管理，醒目位置张贴“病人须知”。

3、放射性工作制度及对放射工作人员的管理

(1) 医院对现有射线装置严格按照各环保部门下达的要求，成立了辐射防护安

全管理小组；制定了设备操作规程制度、辐射防护和安全保卫制度以及工作人员培训计划等；

（2）医院放射工作人员做到持证上岗，按时组织放射工作人员进行职业健康体检以及个人剂量监测。

（3）医院每年均委托有资质的单位对现有射线装置进行了辐射监测，上交了年度辐射评估报告，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的要求。

4、存在的问题及整改措施

（1）部分介入工作人员未正确佩戴个人剂量计，医院应加强管理，规范介入工作人员个人剂量计的佩戴。

（2）医院现有辐射事故应急预案可操作性不强，医院应根据实际情况及时进行修订和完善。

（3）医院应及时开展环保竣工验收。

1.7 产业政策符合性

本项目使用的 DSA 属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年版修正）》中第十三项“医药”中第 6 款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及机械、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、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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白							

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		以下空白								

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）

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

(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	DSA	II	1	待定	150	1250	介入、造影	5#楼一楼	拟购

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
					以下空白								

表 6 评价依据

法规文件	1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日施行）； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）； 4、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）； 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 日修正版）； 6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环保部令第 44 号及《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； 7、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订，环保部令第 3 号）； 8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）； 9、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）； 10、《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》（环保总局公告[2006]第 145 号）； 11、《产业结构调整指导目录》（2011 年本 2013 年修正版）。
技术标准	1、《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）； 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》（HJ10.1—2016）； 3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； 5、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）； 6、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）； 7、《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）； 8、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93；

	9、《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）； 10、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）； 11、《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》（GB16348-2010）； 12、《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）。
其他	1、环境影响评价委托书（见附件 1）

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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“第 1.5 评价范围和保护目标：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围。

本项目为医院核技术应用的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，主要影响人员是射线装置所在机房的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以 DSA 机房墙体周围 50m 的区域为评价范围。

本项目中的射线装置在开机过程中会产生 X 射线，所以，确定主要评价因子为：X 射线。

保护目标

本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：本项目从事辐射工作的人员以及评价范围内相邻区域的公众。根据本项目射线装置机房布局及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 环境保护目标一览表

污染源	方位	保护目标	影响人群	距离	敏感人数
5#楼 一楼 DSA 机房	楼上	介入办公室	医务人员	3m	约 5 人
	楼下	地下车库	医务人员、病人、公众	3m	约 15 人
	东侧	医院道路、锅炉房、放疗中心	医务人员、病人、公众	3-50m	约 120 人
	南侧	大厅、室外道路、消毒供应中心	医务人员、病人	0-50m	约 100 人
	西侧	小区	公众	10-50m	约 150 人
	北侧	停车坪	公众	0-50m	约 100 人

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性

（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 6.2.2 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 作为职业照射剂量限值。

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计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、《医用 X 射线诊断放射防护标准》（GBZ130-2013）

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（不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求，介入 X 射线设备机房参照 CT 机房。

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

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。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）室顶、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。

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：

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。

本项目 DSA 设备机房使用面积及单边长度标准要求参照 CT 机执行，即：设备机房内最小有效使用面积应不小于 30m^2 、机房内最小单边长度不小于 4.5m；设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求按照介入 X 射线设备机房要求执行，即：有用线束方向铅当量不小于 2mm、非有用线束方向铅当量不小于 2mm；在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

根据本项目情况，确定年剂量管理目标值如下：

1、放射工作人员年剂量管理目标值：DSA 手术室放射工作人员取 4mSv ，非放射医务人员及其他人员年剂量管理目标值取 0.1mSv 。

2、各距各 X 射线机房屏蔽体外表面 0.3m 处，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

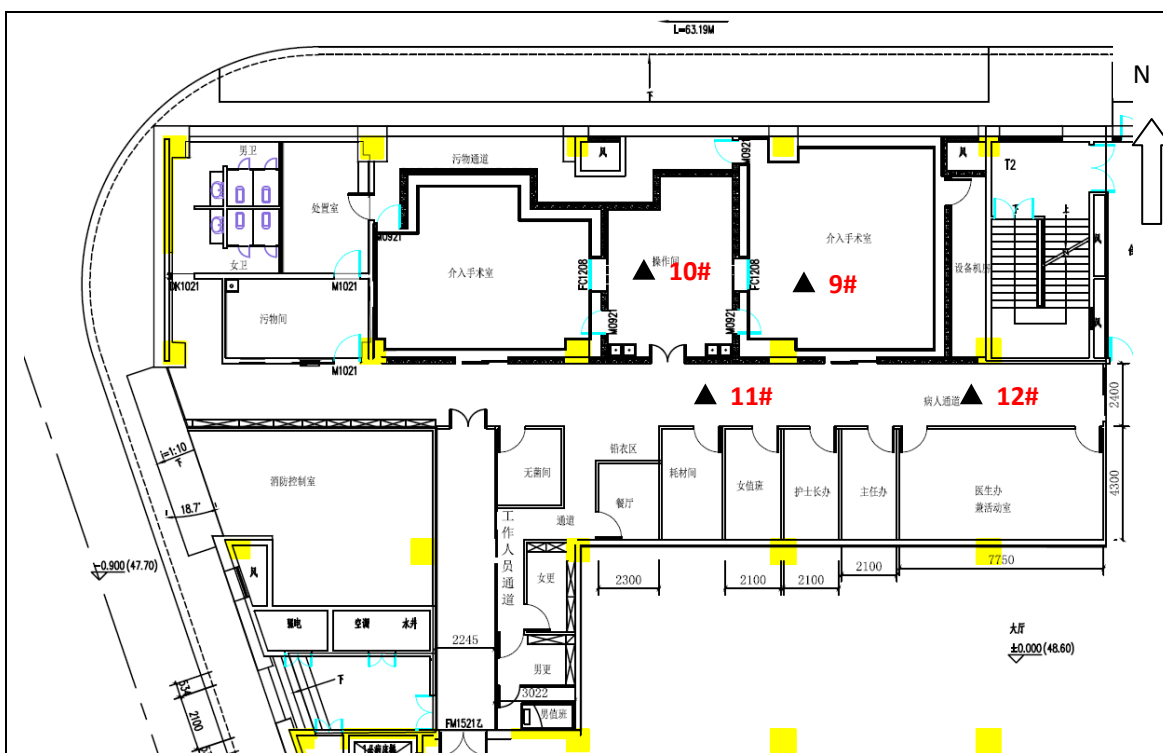
辐射现状

1、监测点位布置情况

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关布点原则，评价单位对湘潭市第一人民医院 DSA 机房周边环境进行监测，监测内容为地表 γ 辐射剂量率，监测布置点见图 8-1 至 8-2。



图 8-1 医院辐射环境监测布点图



2、监测方案及质量保证

(1) 监测目的

主要是为了了解项目地点天然辐射水平，是否属于湖南省长沙市建筑物内天然放射性水平，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;

《辐射环境监测技术规范》 HJ61-2001。

(3) 质量保证

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,考试合格持证上岗,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。

表 8-1 监测所使用的仪器情况

检测仪器	仪器名称	X- γ 剂量率仪
	仪器型号	FD-3013H
	制造单位	上海申核电子仪器有限公司
	出厂编号	5411
	检定证书编号	GFJGJL2006181465087
	检定有效期	2018.1.10~2019.1. 9
	能量响应范围	0.06MeV~3.0MeV
	剂量率范围	(0.01~200.0) μ Gy/h

表 8-2 扩建项目场址周围环境 γ 辐射水平监测结果

监测位置		监测结果 (μ Gy/h)	监测位置		监测结果 (μ Gy/h)
1	医院大门口	0.07	7	放疗中心西侧道路	0.09
2	医院门诊楼北侧	0.08	8	5#楼北侧	0.08
3	5#楼东侧道路	0.08	9	拟改造 DSA 机房	0.10
4	5#楼南侧停车坪	0.09	10	拟增 DSA 机房控制室	0.08
5	5#楼北侧停车坪	0.07	11	拟改造 DSA 机房西南侧	0.10
6	消毒供应中心北侧	0.08	12	拟改造 DSA 机房东南侧	0.09

小结: 本项目扩建放射性工作场址周围环境 X- γ 辐射水平与湖南省湘潭市辐射剂量率平均值 (湖南省环境天然放射性水平调查研究——湘潭市原野 (0.0360~0.0993) μ Gy/h、道路 (0.0448~0.1061) μ Gy/h、室内 (0.0782~0.191) μ Gy/h) 相比, 接近本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、项目的组成

本次核技术利用扩建项目为：在医院 5#楼一楼新增一台 DSA。

二、各射线装置（核素）工作原理、工作流程、产污环节

1、数字减影血管造影系统（DSA）

1、工作原理

数字减影血管造影（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。



图 9-1 数字减影血管造影系统（DSA）

2、设备组成及工作流程

（1）系统组成

血管造影机系统组成：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：D 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机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）工作流程及产污环节分析

医院 DSA 开展的介入手术类型主要有心血管介入治疗、外周介入治疗。

具体工作流程及产污环节见图 9-2。

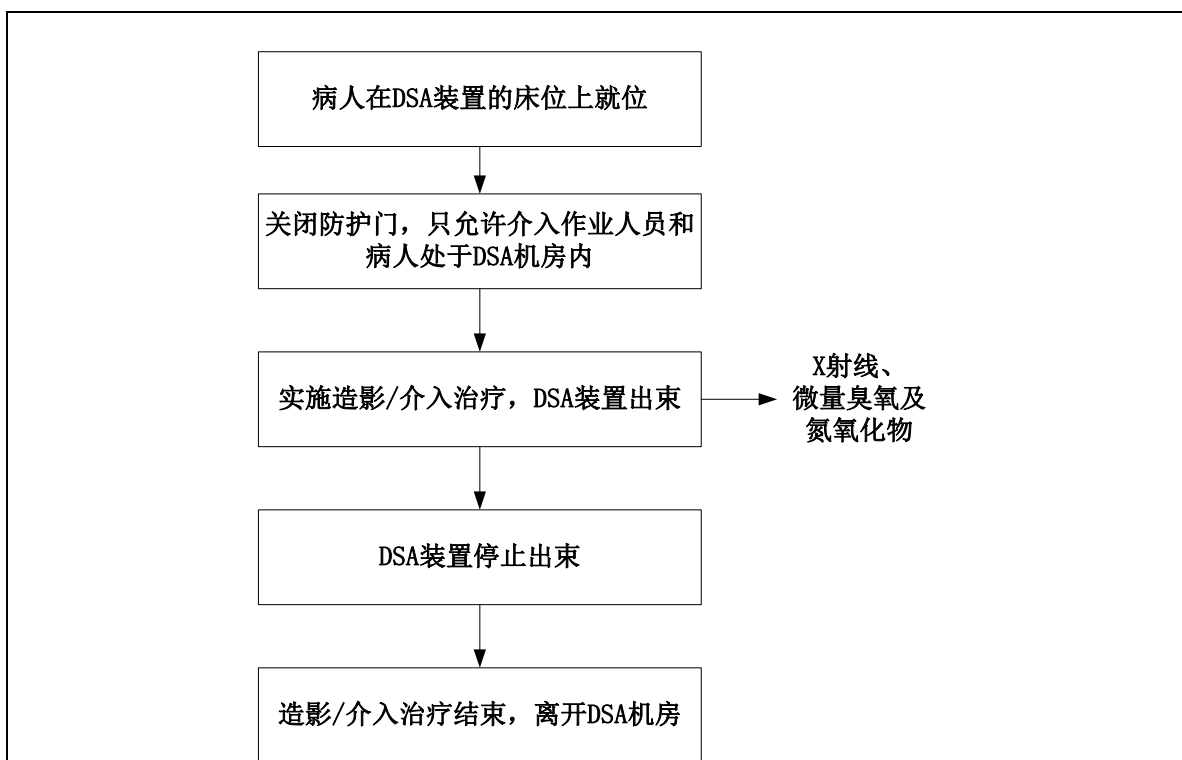


图 9-2 本项目工作流程及产污环节示意图

诊断时，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上腔静脉，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 装置在进行介入作业时，处于 DSA 放射机房内的放射工作人员需穿戴防护服，佩戴个人剂量计进行操作。

3、工作负荷

医院新增 DSA 主要从事的手术类型为心血管介入治疗、外周介入治疗，射线装置的曝光时间和工作量见表 9-1。

表 9-1 DSA 的曝光时间及工作量

设备	用途	每人每次曝光时间	工作量（人次/a）	曝光时间（h/a）
5#楼一楼 DSA	外周介入、心血管介入	30min	600	300

污染源项描述

一、建设、安装过程对环境的影响分析

DSA 机房位于医院 5#楼一楼，需对现有房间进行改造，总面积约为 643m²，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。

此外，新增 DSA 机在安装调试过程中会产生 X 射线，此时，机房已建成，具有足够的辐射屏蔽能力，不会对环境产生明显的影响。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在治疗室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时各治疗室必须上锁并派人看守。

二、运行期间正常工况下污染源分析

由 X 射线装置的工作原理可知，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生 X 射线辐射污染，由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题，因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。此外，X 射线与空气作用，会产生少量的臭氧和氮氧化物，可通过通风排出机房外，对周围环境影响较小。

三、运行期事故工况下污染源分析

（1）安全连锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

（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）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。

（4）检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施 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，因此，建设单位应按如下划分放射性工作场所进行监督管理。 （1）控制区： DSA 机房以墙体和防护门为界，机房内为控制区。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。 （2）监督区： DSA 操作室及其周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。除医务人员外，其他无关人员不得入内，控制区入口处设置醒目的电离辐射警示标识。  图例 - 控制区 - 监督区 10-1 DSA 机房分区示意图

2、辐射屏蔽设计

1、DSA 机房辐射防护措施见表 10-1。

表 10-1 各机房辐射防护措施一览表

机房名称	机房尺寸 (m) (长×宽×高)	四周 墙体	天花板	地板	防护门	观察窗
5#楼一楼 DSA 机房	7.05×7.65×3.5	240mm 实心砖 +50mm 玻镁彩 钢板+20mm 硫 酸钡	120mm 混 凝土 +30mm 硫 酸钡	180mm 混 凝土 +30mm 硫 酸钡	3mmPb	3mmPb

2、DSA 机房通风设计

本项目 DSA 机房采用中央空调加机械排风系统，排风量大于 300m³/h，能保持机房内通风良好。

3、警示标志

湘潭市第一人民医院拟在 DSA 机房大防护门外醒目位置粘贴“当心电离辐射”、“禁止入内”、“禁止停留”等警示标志，大防护门上方安装工作状态指示灯，工作状态指示灯由控制台输出信号进行控制，在 DSA 机房内醒目位置粘贴“穿防护服”、“戴防护眼镜”等提示标志。

4、对讲装置

医院拟在 DSA 机房设对讲装置，以便医生和病人之间更好的沟通，避免病人由于摆位或照射时移动而导致重复照射。

5、安全操作及管理措施

介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员来说辐射剂量较高，因此在评估介入放射的效应和操作时，其辐射损伤必须要加以考虑。由于需要医务人员在机房内，X 射线球管工作时产生的散射线对医务人员有较大影响，根据辐射防护“三原则”，还应在以下方面加强对介入放射的防护工作：

①工作中减少透视时间和减少照相的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，医院应结合工作实际情况，增加介入医生，对医生进行轮岗，减少工作人员的辐射剂量。

②一般说来，降低病人的剂量的措施可以同时降低工作人员的辐射剂量，应加强对介入人员的培训，包括放射防护的培训，参与介入的人员应该技术熟练、动作

迅速，以减少病人和介入人员的剂量。

③所有在介入诊疗的工作人员都应开展个人剂量监测，并对介入机房内的工作人员实行轮岗，医院应结合工作人员个人剂量监测的数据采取措施，控制和减少工作人员的受照剂量。

④加强 DSA 设备的质量保证工作，设备的球管与发生器、透视和数字成像的性能以及其它相关设备应该定期进行检测。

临床介入手术时，介入医生需站在 DSA 床边操作，床下球管机对医务人员的辐射剂量，由头、颈、胸至腹部呈现剂量逐渐上升的趋势，故操作人员除个人防护用品（铅衣、铅围脖、铅帽及铅眼镜等）外，应着重考虑 X 射线机操作侧的屏蔽，该屏蔽要做到既不影响操作者的操作，又能达到防护目的。

6、受检者放射防护

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。医院已制定了以下防护措施：

（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。

7、防护用品

个人防护用品和辅助防护设施配置要求见表 10-2，医院需配备防护用品见表 10-3。

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

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	-
---------	-------------------------------------	--	-------------------------------------	---

表 10-3 医院需增加配备防护用品清单

工作场所	防护用品及数量	
	工作人员	受检者
DSA 机房	铅帽子 4 件，铅眼镜 4 副，铅围脖 4 件，铅衣 4 件，移动铅屏风 1 块，铅悬挂防护屏 1 块，铅防护吊帘 1 块	铅围脖 1 件、铅帽子 1 件、铅衣 1 件

三废的治理

本项目所使用的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，不产生洗片废水和放射性胶片。因此，本项目 X 射线置不产生“三废”。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物、设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

1、扬尘及防治措施

主要为机房建造时的机械敲打、钻洞等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，施工单位应加强施工现场管理，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，进入市政管网。

3、噪声及防治措施

主要来自于机房装修。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机房周边的影响。

4、固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾、装修垃圾。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。

本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着机房改造的完成，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

此外，设备安装及调试过程也会产生放射性污染，因此各放射治疗及诊断设备的安装应请专业人员进行，医院方不得自行安装设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在治疗室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

运行阶段对环境的影响

一、辐射屏蔽设计与评价

1、湘潭市第一人民医院新增 DSA 机房辐射屏蔽设计介绍和评价

（1）新增 DSA 机房屏蔽设计情况见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房屏蔽设计情况

机房名称		面积 m ²	最小单 边长度 m	墙体厚度 (mm)	天花板厚 度 (mm)	地板厚度 (mm)	防护 门铅 当量 (mm)	观察 窗铅 当量 (mm)
位置	机房							

5#楼 一楼	DSA 机房	7.05×7.65=53.93	7.05	240mm 实心砖 +50mm 玻镁彩 钢板+20mm 硫 酸钡, 约 3.2mmPb	120mm 混 凝土 +30mm 硫 酸钡水泥 约 2.9mmPb	180mm 混凝 土+30mm 硫 酸钡水泥约 3.7mmPb	3	3
GBZ130-2013 中 规定的屏蔽体要 求		30	4.5	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb	2mmPb
是否满足要求		是	是	是	是	是	是	是

备注：标准中无 DSA 机房尺寸要求，参照 CT 机房标准

从表 11-1 的结果看，DSA 机房墙体、地板、顶板的各屏蔽厚度设计方案能够符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 标准要求。

(2) 类比论证

为了全面了解医院 DSA 运行对周围环境及人员影响的范围和程度，本评价采用类比分析的方法对 DSA 机房屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率进行类比分析。采用与本项目情况相似的武冈展辉医院核技术利用项目竣工环保验收监测数据进行类比分析。本项目类比情况见下表：

表11-2 本项目工作场所与类比医院辐射工作场所及工作量对比表

项目内容		湘潭市第一人民医院（本项目）	武冈展辉医院（类比项目）
DSA 工作 场所	四周墙体	240mm 实心砖+50mm 玻镁彩钢板+20mm 硫酸钡, 约 3.2mmPb	370mm 砖+20mm 涂层, 约相当于 3.9mmPb
	天花板	30mm 硫酸钡+180mm 混凝土, 相当于 3.7mmPb	200mm 砼, 约2.7mmPb
	地板	30mm 硫酸钡+120mm 混凝土, 相当于 2.9mmPb	/
	防护门	3mmPb 当量防护门	4mmPb当量
	观察窗	3mmPb 当量铅玻璃	4mmPb当量
参数		150kV, 1250mA	150 kV, 1250mA

由表 11-2 看出，拟建 DSA 工作场所防护情况与武冈展辉医院相应的工作场所防护条件相近，具有较好的类比性。武冈展辉医院于 2014 年 11 月 25 日委托湖南贝可辐射环境科技有限公司对其辐射工作场所进行了验收监测，验收监测结果见下表 11-3。

表 11-3 武冈展辉医院 DSA 验收监测表（单位 $\mu\text{Gy/h}$ ）

测量位置	空气比释动能率		测量位置	空气比释动能率	
	拍片	透视		拍片	透视
工作人员操作位	0.13	0.14	南防护门上表面 0.3m 处	0.18	0.17
南防护门左表面 0.3m 处	0.16	0.15	南防护门下表面 0.3m 处	0.17	0.17
南防护门中表面 0.3m 处	0.15	0.15	北防护门左表面 0.3m 处	0.13	0.16
南防护门右表面 0.3m 处	0.17	0.14	北防护门中表面 0.3m 处	0.12	0.13
北防护门右表面 0.3m 处	0.09	0.14	观察窗左表面 0.3m 处	0.17	0.16
北防护门上表面 0.3m 处	0.12	0.16	观察窗中表面 0.3m 处	0.14	0.17
北防护门下表面 0.3m 处	0.15	0.12	观察窗右表面 0.3m 处	0.16	0.13
西防护门左表面 0.3m 处	0.16	0.13	观察窗上表面 0.3m 处	0.12	0.15
西防护门右表面 0.3m 处	0.17	0.17	操作位（眼睛）屏风后	-	142.00
西防护门上表面 0.3m 处	0.14	0.15	操作位（脖）铅屏风后	-	53.00
西防护门下表面 0.3m 处	0.15	0.16	第一术者位（铅衣内）	-	4.38
操作位（性腺）铅衣里	-	35.00	第二术者位（铅衣内）	-	3.5
东 墙	0.15	0.15	电 缆 口	0.13	0.15

注：1、以上监测数据均未扣除本底 0.11-0.13 $\mu\text{Gy/h}$ 。2、工作条件：拍片 80kV、600mA；透视 100kV、540mAs。
3、设备名称规格型号为：飞利浦 FD20 型 DSA

由表 11-3 的监测结果可知，武冈展辉医院 DSA 机房屏蔽墙（门、窗）外的空气比释动能率监测值在 0.12~0.18Gy/h 之间，DSA 运行时对周围环境的影响满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）标准要求。

本项目拟增的 DSA 使用的最大管电压、电流与武冈展辉医院已运行的项目相同，且采取的辐射防护措施基本相当，可以认为武冈展辉医院已运行的 DSA 项目验收监测结果基本反映了本项目运行后的实际辐射环境影响，因此可以推测本项目运行后对机房周围环境影响较小，该机房屏蔽设计能够满足拟增的 DSA 的防护要求。

4、通风系统的设计与评价

本项目 DSA 机房采用中央空调加机械排风系统，排风量大于 300m³/h，能保持机房内通风良好。

二、项目运行对周围环境影响评价

1、剂量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$He=0.7 \times Dr \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_e —— X、 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r —— X、 γ 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t —— X、 γ 射线照射时间，h/a。

2、DSA 机房工作人员和公众人员年附加有效剂量估算

DSA 工作人员及公众年附加有效剂量的计算采用表 11-3 中类比监测数据中的最大值进行计算。结合各设备实际工作量，根据公式 11-1，保守地估算出项目正常运行情况下工作人员（居留因子取 1）和公众（居留因子取 1/16）可能受到的最大年有效剂量见表 11-4。

表 11-4 医院辐射项目运行过程中对工作人员可能产生的年附加有效剂量

编号	受辐射人员	年受照射时间 h	居留因子 T	空气比释动能率($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)
1	DSA 手术室工作人员	300	1	4.38	0.92
	DSA 控制室工作人员	300	1	0.18	0.04
	非放人员、公众	300	1/16	0.18	0.0024

根据计算可知：介入医生所受到的附加年有效剂量最大值为 0.92mSv，未超出本项目管理限值 4mSv，机房周边公众可能产生的年附加剂量最大值为 0.0024mSv，低于本项目管理限值 0.1mSv。

3、DSA 手术工作人员年附加有效剂量类比估算

为进一步分析医院新增 DSA 介入工作人员所受的年有效剂量，本项目选用湘潭市第一人民医院现有介入工作人员（医院现有介入手术类型与新增 DSA 手术类型一样，年手术台数为现有 DSA 手术台数的 2 倍）所受到的年有效剂量值进行类比估算，医院现有介入工作人员 2017 年 1 月-2018 年 1 月共计 1 年的个人剂量统计结果（见表 11-5）。

表 11-5 湘潭市第一人民医院现有介入工作人员个人剂量统计 单位：mSv

姓名	2017.1~2017.4	2017.4~2017.9	2017.7~2017.10	2017.10~2018.1	合计
贺志高	0.05	0.05	0.05	0.1	0.25
陈正喜	0.05	0.05	0.05	0.1	0.25
罗丙权	0.05	0.05	0.05	0.05	0.2
孟凡强	0.05	0.05	0.05	0.05	0.2

鲁邦福	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
周诗波	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
刘清梅	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
唐柳青	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
王丹娜	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
杨旭波	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
陈新华	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
周志敏	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
刘欢	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
唐为民	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>
肖真	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.05</u>	<u>0.2</u>

由表 11-5 可知，医院现有介入工作人员 2017 年 1 月-2018 年 1 月共计 1 年的有效剂量最大值（铅衣内）为 0.25mSv，本次拟新增 DSA 投入运营后，计划工作量为现有工作量的 2 倍，因此，经过估算可得出拟新增 DSA 介入工作人员所受到的年有效剂量约为 0.5 mSv，低于本项目年有效剂量管理目标值 4mSv。

通过以上计算和类比分析可得出，新增 DSA 投入运营后，介入工作人员所受到的年有效剂量低于本项目年有效剂量管理目标值 4mSv。

值得注意的是，DSA 项目运行后，医院应加强个人防护措施，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（建议购置 0.5mmPb 当量的铅衣、铅背心、铅帽、铅眼镜等），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，根据介入工作量的增大而增加介入医师，控制个人的受照剂量，以满足项目年剂量管理目标值的要求。另外，医院应加强管理，要求医院的介入手术操作医生需要配戴两个剂量计，1 个佩带在铅围裙里面，另外 1 个佩带在铅围裙外面，以估算铅防护用品的防护效果以及工作人员的受照剂量。

事故影响分析

一、可能发生的事故

(1) 安全连锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

(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) 介入手术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。

(4) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

二、预防措施

(1) 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，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。

(2) 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，采取急停相应措施，阻止外来人员受到误照射。

(3) 必须加强对辐射工作人员防护知识培训，提高防护技能，辐射工作人员在岗操作前，佩戴个人剂量计，对病人非检查部分采用防护用品（防护铅衣、铅帽和铅围脖）保护，定期开展个人剂量检测和职业健康体检，妥善保管个人剂量和职业健康体检结果，出现异常情况时，分析原因，并采取相应措施，可有效降低辐射对人员身体造成的危害。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) 严格执行设备的维修保养制度，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。

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、辐射安全领导小组

为保证建设项目建设期和运营期的辐射防护措施落实情况，医院成立了放射防护管理领导小组，负责全院的辐射安全管理、培训、检查、防护设施巡查的管理工作（见附件 3），医院应根据法人代表等人员的变更情况及时调整放射防护管理小组的成员。

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。

从医院目前配置的辐射领导小组人员信息看，专兼职人员均为本科以上学历，有一定的管理能力。本项目开展后，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

2、辐射工作人员的配置及培训情况

本院已开展射线装置诊断项目多年，具备一定放射诊疗技术水平，医院共有放射性工作人员 76 人，人员组成上能满足当前医院开展的放射性临床诊断的工作。医院现有人员均已参加辐射安全与防护知识培训，部分人员培训证书见附件 12。医院拟新增 4 名医务人员开展以上工作，医院应组织新增医务人员参加环保部门认可的辐射防护知识培训，并取得合格证，取得培训合格证的人员，医院应每四年组织一次复训。此外，医院应对新增医务人员进行个人剂量检测，经个人剂量检测合格并取得辐射安全培训合格证后才能上岗，以保证新建项目的正常进行。

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制定了以下管理制度：

- (1) 辐射事故应急预案
- (2) 辐射安全防护管理规章制度
- (3) 放射科工作制度
- (4) 放射科特殊造影及介入检查工作制度
- (5) 放射科仪器设备保养维修工作制度
- (6) 放射工作人员培训计划

以上制度见附 4～附件 9，上述管理制度和操作规程基本能满足医院目前的辐射工作，医院在日常工作中认真执行了相关的操作规程和制度，医院还应补充制定DSA 介入操作规程、医院辐射监测制度、设备档案管理制度、修订完善辐射事故应急预案，在辐射事故应急预案中将省环保局更改为湖南省生态环境厅，更新联系电话，细化事故应急措施，分别列出各种事故状态下的应急处理程序，使辐射事故应急预案具有可操作性。

此外，医院还应从以下几个方面加强管理：

1、医院加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；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，经环境保护主管部门检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

2、在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须张贴上墙明示；所有的辐射工作场所均必须有电离辐射警示标志，各机房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。

3、为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，履行放射防护职责，避免事故的发生，该医院应培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，医院应对本项目的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。

4、医院应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况对各项制度加以完善和

补充，并确保各项制度的落实。并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进行补充和修改。

辐射监测

1、原有个人剂量监测执行情况

医院为每名放射性工作人员配备了个人剂量计，放射性工作人员个人剂量监测工作已经委托湖南省职业病防治院，按照每 3 个月进行 1 次监测。根据医院提供的最新个人剂量检测报告(部分个人剂量检测报告见附件 11)：2017 年 1 月至 2018 年 1 期间，医院 DSA 介入工作人员个人剂量低于相关标准限值要求，无超标情况，但有部分人员个人剂量计配备不规范，环评建议医院加强管理，督促介入工作人员应正确佩戴个人剂量计。

2、本项目辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2016）等要求，须对个人剂量、诊疗设备、工作场所进行监测。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所及周围环境的监测。工作人员配发的个人剂量计，定期进行检测。医院自行组织（需具备相关资质）或委托有资质单位每年对工作场所辐射环境进行一次监测，监测结果做为年度评估的内容，对本单位的放射性同位素与射线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。此外，医院应根据本项目产生的污染因子特点，制定日常防护监测计划，配备X-γ剂量率仪进行自主监测。

（1）个人剂量监测

医院需对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，个人剂量常规监测周期最长不超过3个月，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。

（2）工作场所和周围环境辐射监测

使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场

所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

（3）防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。在使用过程中，需要委托有资质的单位进行状态检测，检测频次为每年不少一次。

表 12-1 监测计划一览表

监测（检查）项目	具体内容	监测频次	备注
辐射工作人员个人剂量	外照射剂量	三个月为一周期，一年监测四次	X-γ
工作场所及周围环境辐射水平	DSA 控制室，四周墙体、天花板、地板、防护门、窗外 30cm 处	每年委托监测 1 次，每个季度自主监测一次	X-γ
设备防护性能	DSA	每年委托监测 1 次，设备初次投入使用或大修及更换关键组件监测 1 次，正常使用时每年监测 1 次	---

辐射工作人员健康管理

医院建立了放射性工作人员上岗前、在岗期间、离岗时和应急的健康检查制度。按照规定，每两年对医院放射性工作人员进行了一次健康检查。并为放射性工作人员建立了个人剂量监测档案，由放射工作人员所在部门统一管理，同时建立放射性工作人员个人健康档案。

医院 2017 年由湖南省职业病防治院进行了体检，（部分人员体检报告见附件 12），共计 76 人参加了体检，上岗前检查的人员中，发现血常规异常 4 人，血糖升高 1 人，在岗期间检查人员中，发现血常规异常 6 人，血糖升高 3 人，离岗时检查人员中，发现血常规异常 1 人，医院已安排以上异常人员进行了复查，部分人员复查结果见附件 13，根据医院提供的复查报告，以上放射工作人员可继续从事放射工作。

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而造成的对员工的身体伤害。

辐射事故应急

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。

②进行合理的人员分工。成立演练领导组、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警机制，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，放射源级别，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、污染控制和安全防护等方面的物资和器材。

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：

①DSA 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。

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目竣工后，建设单位自主或委托技术机构开展环保竣工验收工作，具体工作见表 12-2。

12-2 环境保护验收一览表

项目	项目内容	验收内容	执行标准
主体工程	DSA 机房屏蔽厚度	DSA 机房施工厚度达到设计要求，机房屏蔽体（墙壁、防护门、观察窗）外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h)	GBZ130-2013
	机房面积及最小单边长度	DSA 机房： $\geq 30\text{m}^2$ ，最小单边长 4.5m（参考）	
警示装置	警示标识 工作状态 指示灯	DSA 机房防护门上方设置工作状态指示灯，防护门上均贴辐射警示标志。	
废气	排出 少量臭氧	DSA 机房设置动力排风装置，保持机房内通风良好	

辐射监测	个人防护用品	医院配备相应设备开展自主监测，个人防护用品按报告要求配备到位。	
管理制度与措施	管理机构和具体制度	成立了管理机构，制定的辐射防护相关制度内容切实可行，具有可操作性，每台/每种设备都有操作规程。	
人员管理	辐射工作人员职业健康和个人剂量管理	1、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。 2、管理人员和辐射工作人员参加辐射安全知识培训，4 年进行一次复训。 3、辐射工作人员按要求配备到位，并具备相关的技术能力。	

表 13 结论与要求

一、结论

1、项目概况

湘潭市第一人民医院位于湘潭市岳塘区书院路 100 号，为满足患者需求，医院拟在 5#楼一楼增加 1 台 DSA，最大管电压 150kV，最大管电流 1250mA。

2、实践正当性分析

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。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。

3、产业政策符合性

本项目使用的 DSA 等属于《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》中第十三项“医药”中第 6 款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及机械、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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

4、选址可行性分析

通过对项目周围环境的调查结果表明，该项目场址的环境 X- γ 辐射剂量率接近该地区的本底水平，未见异常，机房选址均远离周围环境敏感点，有利于辐射防护，对周围环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

5、布局合理性分析

本项目各 DSA 机房布置相对远离周围环境敏感点。DSA 机房设置了机房和控制室，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，且放射诊疗区位于人流不密集区域，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。

6、环境影响分析结论

(1) DSA 机房墙壁、地板、天花板、防护门、观察窗均采取了相应的辐射屏蔽措施，能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 标准要求。

(2) 通过对 DSA 工作人员的剂量估算，介入医生所受到的附加年有效剂量最大值为 0.92mSv，未超出本项目管理限值 4mSv，机房周边公众可能产生的年附加剂量最大值为 0.0024mSv，低于本项目管理限值 0.1mSv。

(3) 医院需配备相应的个人防护用品，按环评报告表要求配备后能满足医院放射性工作的开展。

(4) 医院成立了放射防护安全管理机构，制定了射线装置管理制度、设备保养维修制度、安全操作规程等相应的制度和规程，基本能满足日常工作要求，还应补充制定 DSA 介入治疗操作规程。

(5) 医院组织放射工作人员进行了个人剂量监测、职业健康监护检查，并建立了相应的档案，现有辐射工作人员均参加了辐射防护知识培训。

综上所述，湘潭市第一人民医院核技术利用扩建项目实施符合相关法律法规和标准要求，医院认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施后，从环境保护、辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

二、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。

2、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，并配备相应的辐射检测设备进行自检，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

3、医院应配备相应的防护用品，以满足现有放射工作要求，此外，医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求介入手术医生和护士正确配戴两个剂量计，1 个佩带在铅围裙里面，另外 1 个佩带在铅围裙外面，以估算铅防护用品的防护效果以及工作人员的受照剂量。

4、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。医院应根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

5、负责 DSA 介入手术的所有医生、护士均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。

6、医院要加强设备档案管理，制定相应的设备台帐管理制度。

7、医院在取得本次环评报告批复文件后，按要求做好工作场所的防护，工作场所达到使用标准后，医院应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修订，环保部令第 3 号）规定的许可证申请程序，重新申请领取《辐射安全许可证》。

8、项目取得环评批复且建成运行后，建设单位按照相关要求开展环保验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公章：

年 月 日

审批意见：

经办人：

公章：

年 月 日