

表 1 项目基本情况

建设项目名称		株洲县第一人民医院核技术利用扩建项目				
建设单位		株洲县第一人民医院				
法人代表	瞿梅	联系人	朱启超	联系电话	0733-27618212	
注册地址		株洲县渌口镇南江南路 48 号				
项目建设地点		湖南渌口镇南江南路 48 号株洲县第一人民医院内				
立项审批部门		/		批准文号		/
建设项目总投资 (万元)		700	项目环保投 资(万元)	102	投资比例(环保投 资/总投资)	14.7%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)	240
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	/				
	一、医院简介 株洲县第一人民医院建院于 1965 年 9 月,集医疗、预防、康复、教学为一体,是政府主办的二甲综合公立医院。医院现有职工 368 人,中高级专业技术人才 152 人,编制床位 600 张,设有 16 个临床科室,5 个医技科室,13 个职能科室。其中高危孕产妇救治、新生儿危急重症救治、ICU 重症监护、感染性疾病救治、腹腔镜(外科、妇科)微创手术等技术在株洲县处于领先地位,拥有株洲县唯一的儿科、五官科、传染科。					

二、项目由来

现由于业务扩大，株洲县第一人民医院拟配备1台DSA（配备的DSA管电压为120kV，管电流为1250mA）和移动式C形臂X射线机（以下简称小C臂），其管电压为110kV，管电流为200mA，其中DSA属II类射线装置；小C臂属III类射线装置。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 修订）环境保护部第3号令，申请领取许可证的辐射工作单位生产、销售、使用II类射线装置的，应当组织编制环境影响报告表。因此，受株洲县第一人民医院的委托，核工业二三〇研究所承担该项目的辐射环评工作，并编制《株洲县第一人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表》。

三、项目规模

医院本次核技术利用项目为：本评价项目涉及 DSA 血管造影机 1 台和小 C 臂，分别属 II 类、III 类射线装置。具体情况见表 1-1。

表 1-1 医院本次环评射线装置情况一览表

序号	名称型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	射线装置分类
1	X 射线血管造影机 (DSA)	120	1250	II 类射线装置
2	移动式 C 形臂 X 射线机	110	200	III 类射线装置

四、项目选址

株洲县第一人民医院位于湖南省株洲县南洲新区南洲大道与 04 号公路交汇处，医院西侧连接南洲大道，南面向 04 号公路，东侧及

北侧为待开发区，具体位置见附图 1。

医院医技楼位于医院东侧，其一楼 DSA 用房为原预留机房，为进一步满足医疗需求，现拟把该预留机房建为 DSA 用房。

拟建 DSA 机房位于医技楼 1 楼东侧，其医技楼东面 27m 处为篮球场，南面 15m 处为门诊楼，西面为空地，北面 15m 处为住院大楼。

(1) 拟建 DSA 机房，其机房东侧为外墙道路，南侧为操作室（相临为卫生间）；北侧为外墙过道，西侧为过道。

(2) 小 C 臂主要应用于医院放射科四楼手术室，其机房东侧为器械清洗间，南侧为过道，相西侧为 1 号手术室，北侧为西侧为污物通道。

五、原有核技术利用项目情况

1、原有核技术利用项目情况

株洲县第一人民医院于 2015 年 10 月 14 日取株洲市环境保护局颁发的《辐射安全许可证》(湘环辐证[B0027])（见附件），使用种类和范围为：使用 III 类射线装置，现有射线装置具体情况见表 1-2。

表 1-2 医院现有射线装置情况一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	射线装置分类	在用情况	备注
1	GE-Optima680 型 CT	1 台	III类	在用	医技楼
2	Philips DigitalDig 型 DR	1 台	III类	在用	医技楼
3	普利德 PLD600 数字胃肠机	1 台	III类	在用	医技楼
4	万东 1000D 型 DR	1 台	III类	在用	医技楼
5	PhilipsMammo MicroDose 型钼靶	1 台	III类	在用	医技楼

2、医院辐射安全管理现状

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) 医院已建立《医院放射安全防护制度》、《医院放射事件应急预案》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，医院成立了医院辐射安全管理小组，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，辐射工作人员佩带个人剂量计，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、报警装置和工作指示灯。

由现场检测情况和医院提供的材料可知，医院已采取相应的辐射防护措施，本次环评认为医院辐射防护措施以及管理制度满足目前辐射防护要求。

六、实践正当性

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。

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。

七、产业政策符合性

本项目使用的 DSA 和小 C 臂属于《产业结构调整指导目录(2011 年本)（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；

本项目使用的 DSA 和小 C 臂属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

八、项目规划符合性

本项目位于株洲县第一人民医院内，用地性质为医疗用地，不影响城市规划。因此，项目符合株洲县城市总体规划。

九、评价目的

1、满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求；

2、对项目所处地区环境的现状调查、监测，掌握评价区域内的辐射环境质量现状和环境功能概况，分析评价本项目的主要污染源，论证环保措施可行性和合理性，提出切实可行的辐射防护措施和建议；

3、根据国家核技术利用项目的有关标准和规范，对医院核技术利用项目进行辐射环境影响评价；

4、对该项目存在的不利影响提出污染防治措施，以减少辐射环境影响；

5、从环保角度提出该项目是否可行的明确结论，为行政主管部门审批和监管提供科学依据。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	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
1	DSA	II	1 台	GE CL323i	120	1250	诊断	DSA机房
2	小 C 臂	III	1 台	Ziehm Solo	110	200	诊断	放射科
	以下空白							

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管 电压 (kV)	最大靶 电流 (μ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工 作 场 所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存 方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下 空白												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

[illegible]

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说明,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	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》(2002 修订, 2003 年 9 月 1 日施行); 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 颁布, 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 253 号令; 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 2005 年 12 月 1 日起实施, 2014 年 7 月 29 日修订; 6、《建设项目环境影响评价分类管理名录》, 环保部令第 33 号; 7、《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》, 环保部令第 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、《射线装置分类办法》, 环保总局公告[2006]第 26 号; 10、《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、《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。
------	---

技术标准	1、《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2011); 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); 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、《放射工作人员健康标准》(GBZ98-2002); 6、《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003); 7、《医用电气设备第 2-43 部分: 介入操作 X 射线设备安全专用要求》(GB 9706.23- 2005/IEC 60601-2-43: 2000); 8、《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130 - 2013)。
其他	1、委托书 (见附件 1)。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据导则（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。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取射线装置所在场所实体屏蔽物质边界外 50m 的范围。

根据本项目特点，本表为医院核技术利用的环境影响评价，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，且主要影响人员是射线装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以机房墙体周围 50m 的区域为评价范围。本项目中，确定主要评价因子为 X 射线。

保护目标：

根据本项目新增项目的特点，小 C 臂主要置于医院放射科四楼手术室，而其它的放射科机房已在前期进行了环境影响评价，所以本环评重点是针对 DSA 机房进行评估。以 DSA 机房和小 C 臂机房为中心，周围 50m 范围内，其工作人员、病人、公众。详情见图 7-1、表 7-2。

表 7-1 主要环境保护目标

污染源	保护目标	方位	影响人群（人）		距离机房最近距离（m）	备注
			职业人员	公众人员		
DSA 机房	检验科	楼上	/	3	4	/
	外墙道路	东		/	6	/
	操作间	南	6	/	5	/
	过道	西	/	2	3	/
	外墙道路	北	/	6	10	/
	楼层交换层	楼上	/	/	/	/

表 7-2 主要环境保护目标

污染源	保护目标	方位	影响人群 (人)		距离机房 最近距离 (m)	备注
			职业人员	公众人员		
手术 2 室 (小 C 臂机房)	楼顶平台	楼上	/	/	/	/
	器械清洗间	东		/	6	/
	过道	南	2	/	5	/
	1 号手术室	西	/	2	3	/
	污物通道	北	/	6	10	/
	消毒间	楼下	/	/	/	/

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
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。

第 B1.1.1.1 款, 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: 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。

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。

辐射防护有关的设计应遵循核辐射防护最优化的原则, 确定辐射
工作人员剂量管理目标值为 2mSv/a; 考虑到介入治疗的辐射工作人员

需要在设备曝光情况下在床旁操作，确定其剂量管理目标值为 4mSv/a。工作场所周边非放射工作人员剂量管理目标值为 0.1mSv/a。

(2)《放射工作人员健康标准》(GBZ98-2002)

每一放射工作人员必须进行就业前或操作前的医学检查，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。就业前医学检查是放射工作人员健康标准的重要部分，是全部医学检查的基础资料，必须全面系统、仔细、准确地询问和检查并详细记录，为就业后定期或意外事故等检查作对比和参考。

(3)《医用 X 射线诊断放射防护标准》(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 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

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

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

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

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（其检测方法及其检测条件按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$;

表 8 辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目环境辐射监测

本项目位于医院内，为掌握项目所在地辐射环境现状水平，医院于 2016 年 7 月 13 日委托核工业二三 O 研究所对建设项目所在地 γ 辐射剂量率进行了监测，详情见监测报告（见附件）。

2、监测内容

本项目主要针对选址区天然辐射水平进行检测，监测内容为地表 γ 辐射剂量率。被委托方经过现场监测出具监测报告，具体点位见监测报告。

3、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 年）。

（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，同时能到达的区域。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、机房楼上的办公室、病房等位置。

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 监测所使用的仪器情况

仪器名称	便携式 X-γ 剂量率仪
仪器型号	JB4000
标定时间	2016 年 5 月 7 日，编号 20160507003，有效期至 2017 年 5 月 6 日
生产厂家	北京核仪器厂
能量响应	在 25keV ~ 3.0MeV 范围内误差 < ±15%
量 程	X-γ: $1 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^{-4}$ Gy/h;

4、监测结果及评价

监测数据详见表 8-2。

表 8-2 辐射环境监测数据表（μGy/h）

序号	监测位置	空气比释动能率					平均值
A1	医院办公室门口	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.126
A2	医院办公室内	0.11	0.12	0.13	0.10	0.11	0.114
A3	医院办公室道路	0.10	0.12	0.12	0.13	0.12	0.118
A4	医院门口道路	0.11	0.09	0.11	0.12	0.12	0.110
A5	医院东侧场地	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.114
A6	医院南侧场地	0.12	0.11	0.13	0.11	0.10	0.114
A7	医院西侧场地	0.12	0.10	0.12	0.13	0.12	0.118
A8	医院北侧场地	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.112

续表 8-2 拟建项目相关区域辐射环境监测数据表 ($\mu\text{Gy/h}$)

序号	监测位置	空气比释动能率					平均值
A9	拟建 DSA 房间门口	0.11	0.12	0.11	0.11	0.12	0.114
A10	拟建 DSA 房间室内	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.104
A11	拟建 DSA 房间门口道路	0.10	0.12	0.11	0.13	0.12	0.116
A12	拟建 DSA 房间过道	0.11	0.12	0.13	0.11	0.13	0.120
A13	拟建 DSA 房间的二楼供应室	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.114
A14	拟建小 C 臂房间室内	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.112
A15	拟建小 C 臂房间门口	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.107
A16	拟建小 C 臂房间过道	0.11	0.11	0.12	0.13	0.12	0.115
A17	拟建小 C 臂房间的五楼地面	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.118

5、 辐射环境现状评价

根据《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 年)中辐射环境结果可知,其株洲市 X- γ 辐射空气吸收剂量率数据见表 8-3。

表 8-3 株洲市 γ 辐射空气吸收剂量率 (单位: nGy/h)

监测项目	原野	道路	室内
γ 辐射平均值	67.6 $\pm$ 18.0	65.5 $\pm$ 21.2	108.5 $\pm$ 17.2
范 围	38.8~140.9	33.6~122.4	64.1~167.6

对比上表可知:本次监测区域内天然贯穿辐射水平属于株洲市天然贯穿辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

一、项目概况

为了更好地为患者服务，医院拟将医技楼一楼预留机房扩建为 DSA 机房，在扩建的 DSA 机房内设置 1 台 GE CL323i 型 DSA，用于医用诊断及介入治疗。小 C 臂主要应用于医院放射科四楼手术室，而其它的放射科机房辐射防护措施已在前期进行了环境影响评价。

该院 DSA、小 C 臂设备参数及机房辐射防护屏蔽设计参数见表 9-1、表 9-2。

表9-1 DSA 及机房屏蔽设计参数情况一览表

装置名称	管电压 (kV)	管电流 (mA)	机房屏蔽参数	
GE CL323i 型 DSA	120	1250	四周墙壁	380mm 实心砖+30mm 钡水泥
			顶部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥
			防护门	3mmPb
			观察窗	4mmPb
			底部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥
			地面	210mm 混凝土+30mm 钡水泥

注：钡水泥密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

表9-2 小C臂及机房屏蔽设计参数情况一览表

装置名称	管电压 (kV)	管电流 (mA)	机房屏蔽参数	
ZIEHM SOLO 型小C臂	110	200	四周墙壁	240mm 实心砖+2mmPb
			顶部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥
			防护门	3mmPb
			观察窗	2mmPb
			底部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥

注：钡水泥密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

二、工作原理介绍

通用型平板血管造影系统装置和小 C 臂均应用于介入治疗，介入治疗是计算机与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。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲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。DSA 用于全身血管检查，可消除其余影像，清晰地显示血管的精细解剖结构。

DSA因其整体结构像大写的“C”，因此也称作C型臂X光机，DSA由X线发生装置，包括X线球管及其附件、高压发生器、X线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。DSA示意图见图9-1。介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约1.5-2毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体

内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

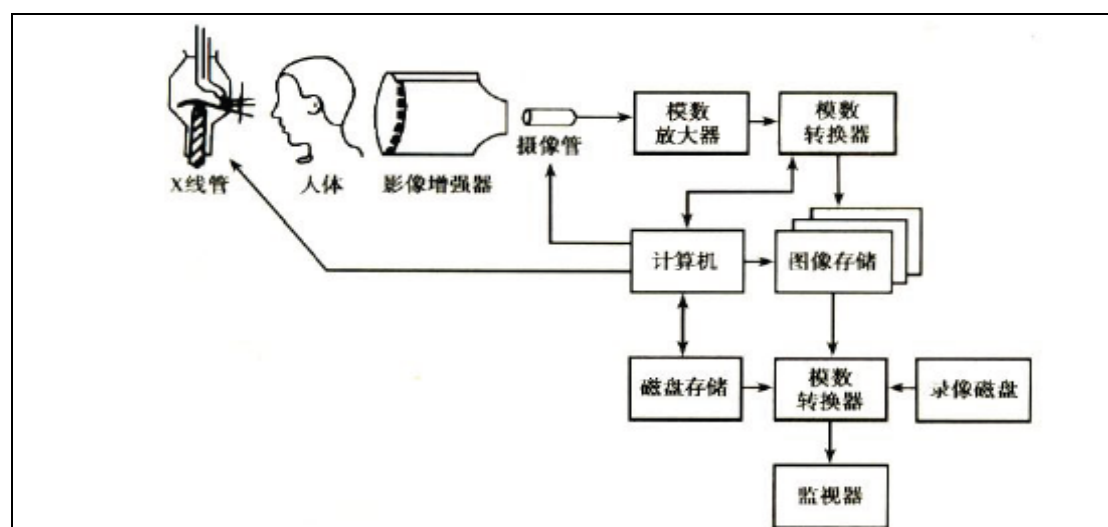


图9-1 DSA示意图

三、工作流程及产污环节分析

本项目DSA 工作流程及产污环节如下图：

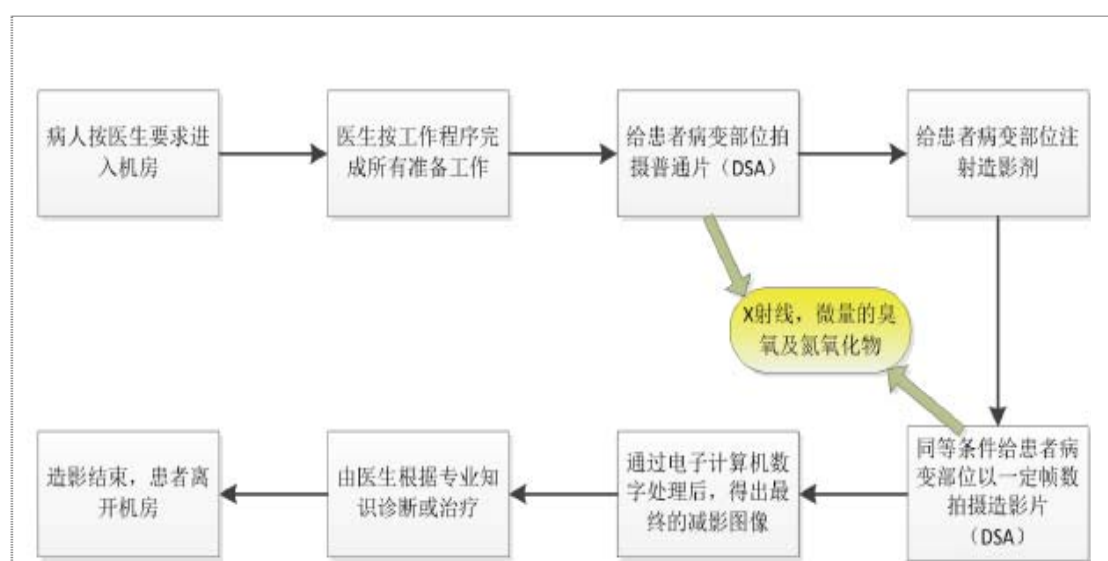


图9-2 本项目工作流程及产污环节示意图

污染源项描述:

一、施工期污染源分析

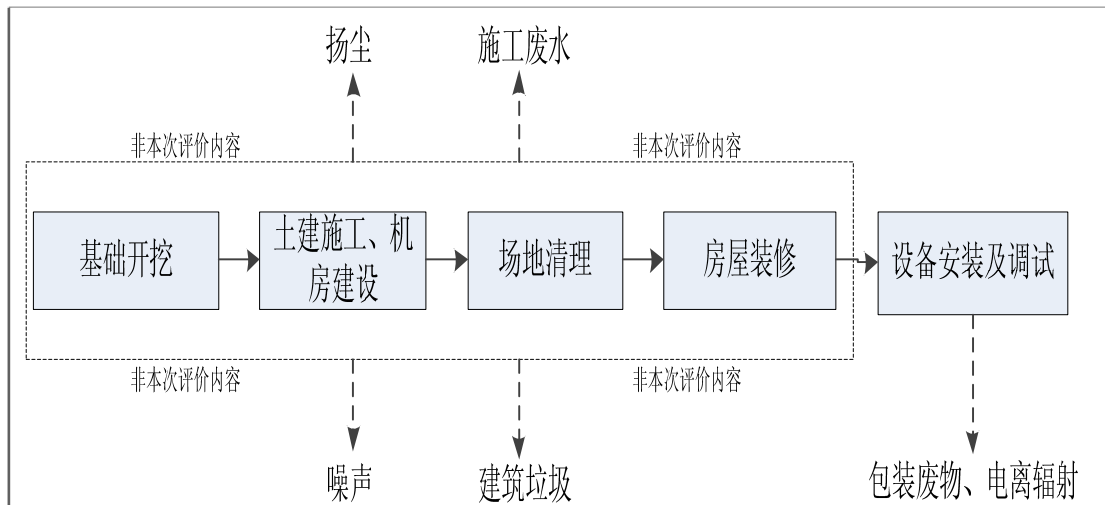


图 9-2 施工期施工工序及产污位置图

本项目主要是 DSA 机房和小 C 臂机房的改建。施工过程以建筑施工机械噪声、施工地基处理、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有：噪声、扬尘、废水、固体废物。

噪声：主要来自于机房的建设（改造）、装修及现场处理等；

扬尘：主要为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，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产生的生活垃圾。

二、运行期间正常工况下污染源分析

1、放射性污染

设备在工作状态下会发出X射线。其DSA主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的X射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间

很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。DSA和小C臂产生的X射线是随机器的开、关而产生和消失。

本项目使用的设备只有在开机并处于出线状态时才会发出X射线。因此，在开机出束期间，X射线是主要污染因子。

2、其他污染

（1）设备工作时，空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

（2）工作人员和部分病人产生的生活污水和生活垃圾，由院内污水处理站和垃圾处理站统一处理。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局合理性分析

本项目由DSA机房、控制室等构成，机房与控制室分开单独设置，医院将DSA机房划为控制室，控制室等划为监督区；小C臂主要放置的机房，其缓冲区、设备间、污染物暂存间分开单独设置。

本项目区域划分明确，其布局合理。

二、辐射防护设计

1、屏蔽设计

DSA 机房四周墙体采用密度大于 1.65g/cm^3 的 MU20 实心砖墙作为屏蔽材料，用混合砂浆砌筑并敷面，各墙采用 380mm 实心砖，内墙面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷；天花板和地板均为密度 2.35g/cm^3 的 C30 现浇混凝土（砼）作为屏蔽材料；防护门采用 3mmPb 当量屏蔽防护材料，机房墙体对外无采光通风窗，观察窗采用 4mmPb 当量的铅玻璃作防护，铅玻璃与墙壁的搭接长度不小于 1cm。机房的参数见表 10-1。

表 10-1 机房参数一览表

机房名称	四周墙体 (mm)	天花板 (mm)	地板 (mm)	大防护门 (mm)	小防护门 (mm)	观察窗 (mm)
DSA 机房	380+30	210+30	210+30	3mmPb	3mmPb	4mmPb

[注]:1、四周墙体为 380 mm 实心砖，内墙面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷。

2、天花板墙体为 210 mm 混凝土（砼），内墙面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷。

3、地板为 210 mm 混凝土（砼），地面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷。

本项目中小 C 臂主要用于外科病房楼 4 楼手术 2 室，其机房的参数见表 10-2。

表 10-2 机房参数一览表

四周墙体 (mm)	天花板 (mm)	地板 (mm)	防护门 (mm)	观察窗 (mm)
240+2mmPb	210+30	210+30	3mmPb	2mmPb

[注]:1、四周墙体为 210 mm 实心砖，内墙面采用 2mmPb。

2、天花板墙体为 210 mm 混凝土（砼），内墙面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷。

3、地板为 210 mm 混凝土（砼），地面采用 30mm 厚硫酸钡水泥粉刷。

2、工作场所布局

DSA 机房均由控制室、治疗室及设备间组成，机房平面布置见附图 3；小 C 臂主要应用于医院放射科四楼手术室，其机房东侧为清器械清洗间，南侧为过道，相西侧为 1 号手术室，北侧为西侧为污物通道。其机房周边概况见表 10-2

表 10-3 机房周边概况

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 机房	墙外道路	操作间	机房	墙外道路	检验科	转换层
手术 2 室	器械清洗间	走廊	手术 1 室	污物通道	楼顶平台	消毒间

3、电缆线、穿墙管道及通风设计

①电缆线及穿墙管道穿越屏蔽墙体时均避开有用线束直接投照的区域，按 U 形从机房地平以下或按 Z 型多折设计，穿越屏蔽墙。

②机房内设置排气扇通风。

4、机房尺寸

机房使用面积、容积具体情况见表 10-4。

表 10-4 机房使用面积、容积具体情况一览表

机房名称	宽（m）	长（m）	使用面积（m ² ）	备注
DSA	5.86	7.00	41.02	
手术 2 室	6.73	8.00	53.82	

三、辐射安全措施设计

（1）DSA辐射安全防护措施

为保障DSA安全运行，避免在开机期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，该院DSA拟设计相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

（1）在DSA机房控制台处设置观察窗，工作人员通过观察窗观察机房内患者状态。

（2）在DSA机房内设置独立新风送风和机械排风装置，使机房保持良好的通风。

（3）在DSA机房入口处设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，且工作状态指示灯与机房相通的门设置联锁装置。DSA机房门设置闭门装置。

（4）医院拟为本项目配备防护用品，主要包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等。

（5）医院拟为本项目配备1台环境辐射剂量巡测仪，用于对辐射工作场所辐射水平进行监测。医院为本项目辐射工作人员均计划配备个人剂量计，开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立完整的个人

剂量监测和职业健康防护档案。

(6) 其他辐射安全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：

- ◆操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，介入人员在操作时应尽量远离检查床。

- ◆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。

- ◆所有在介入放射机房内的工作人员都应开展个人剂量监测，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。

- ◆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，且能消毒。

(2) C 型臂辐射安全防护措施

(1) 大小防护门均设有电离辐射警告标志, 大防护门安装有工作指示灯和门机联锁装置, 且均运行良好;

(2) 配备有医生铅衣(2 套)、铅围脖(2 个)、铅手套(2 副)、铅眼镜(2 副)、铅帽(2 个), 屏蔽能力均为2mm 铅当量;

(3) 配备有防护围帘1 个、防护吊屏1 个, 屏蔽能力均为2mm 铅当量。

四、工作区域管理

为了便于加强管理, 切实做好辐射安全防范工作, 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

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识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, 放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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识; 并定期检查工作的状况, 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。本次环评中根据国际放射防护委员会ICRP第103号对控制区和监督区的定义, 结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点, 将射线装置所

在机房划分为控制区，射线装置机房的控制室、机房相邻的相关工作室、走廊、过道等均划分为监督区。

三废的治理

（1）工作人员和部分病人产生的生活污水和生活垃圾，由院内污水处理站和垃圾处理站统一处理。

（2）机房内设置独立新风送风和机械排风装置，机房内空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过排放装置排入大气，臭氧分解期22~25分钟，常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

根据前节工程分析介绍，本项目施工期主要为房间改造和装修。施工期主要的污染因子有：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、钻动墙体等产生的粉尘。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

主要来自于机房改造、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

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。

本项目施工期工程建设内容较少，施工期较短。通过采取相应的污染防治措施后，施工期对环境的影响较小。各射线装置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，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识，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。

运行阶段对环境的影响

1、机房情况

医院二住院大楼东侧一楼的预留机房，拟改建DSA机房；小C臂主要应用于医院放射科四楼手术室。

对于 X 射线的防护，医院均采用屏蔽的方法。《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）对每种类型的 X 射线机房均提出具体要求。本环评采用与该标准对照的方式，判断机房设计厚度是否能满足标准的要求，对照表详见表 11-1。小 C 臂设备参数及机房辐射防护屏蔽设计参数见表 11-2。

表 11-1 射线装置机房屏蔽防护厚度与 GBZ130-2013 对照表

机房名称	屏蔽体	均按有用线束朝向方向对待			是否符合
		实际屏蔽材料及厚度 (mm)	铅当量换算 (mm)	标准要求 (mm)	
DSA 机房	四周墙体	380mm实心砖+30mm涂层	约 6.6	2.0	符合
	顶棚	210mm混凝土+30mm涂层	约 5.53	2.0	符合
	观察窗	/	4	2.0	符合
	防护门	/	3	2.0	符合
	地面	210mm混凝土+30mm钡水泥	约 5.53	2.0	符合

从表 11-1 可以看出：该项目涉及的射线装置机房墙体、地板、顶棚能够符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的

要求。

表 11-2 射线装置机房屏蔽防护厚度与 GBZ130-2013 对照表

机房名称	屏蔽体	均按有用线束朝向方向对待			是否符合
		实际屏蔽材料及厚度 (mm)	铅当量换算 (mm)	标准要求 (mm)	
小 C 臂机房	四周墙体	240mm 实心砖+2mmPb	约 5.2	2.0	符合
	顶棚	210mm 混凝土+30mm 涂层	约 5.53	2.0	符合
	观察窗	/	2	2.0	符合
	防护门	/	3	2.0	符合
	地面	210mm 混凝土+30mm 钡水泥	约 5.53	2.0	符合

注：设二个防护门，防护门的厚度一致。

从表 11-2 可以看出：该项目涉及的射线装置机房墙体、地板、顶棚能够符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的另外，《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）对不同类型的 X 射线机房的最小有效面积和最小单边长度也提出来具体要求，项目涉及机房的面积和单边长度与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）具体要求对照表见表 11-3。

表 11-3 射线装置机房面积、尺寸与 GBZ130-2013 的对照

设计参数及要求 机房	最小 单边长度 (m)	标准 要求 (m)	实际 面积 (m ²)	标准 要求 (m ²)
DSA 机房	5.86	3.5	41.02	20
手术 2 室（小 C 臂机房）	6.73	3.5	53.82	20

从表 11-3 可以看出：X 射线机房面积和单边长度均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）规定的要求。

2、有害气体分析

据污染源项的分析内容，设备在运行过程中，X 射线与空气相互作用，能产生少量臭氧。通风是排出臭氧的有效途径，机房应安装通

风装置，能有效的排除机房内的有害气体。

3、类比调查：

为了全面了解医院新增核技术利用项目投入运行后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拟建DSA机房常用的工作场所建成后环境辐射空气吸收剂量率进行预测。采用与本项目情况相似的武冈展辉医院核技术利用项目环境辐射空气吸收剂量率进行类比分析。

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X-γ辐射空气吸收剂量率进行了监测验收。本项目拟建DSA工作场所与武冈展辉医院辐射工作场所对比资料见表11-4、表11-5。

表11-4 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		株洲县第一人民医院(本项目)	类比环评的工作场所
DSA 工作 场所	四周墙体:	380mm实心砖+30mm涂层	370mm+20mm 涂层
	室顶:	210mm混凝土+30mm涂层	200mm 混凝土
	防护门:	3mmPb当量	4mmPb 当量
	观察窗:	4mmPb当量	4mmPb 当量
设备型号		GE CL323i	OPTIMA -d323i 型
参数		120kV, 1250mA	150 kV, 1250mA
最大运行参数		90 kV, 300mA	120 kV, 308mA
机房面积		41.02m ²	51.68m ²
最大治疗人数(例/a)		预计 500 例	510 例

由表11-4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。通过武冈展辉医院DSA工作场所等监测验收的情况，医院DSA工作场所监测结果见表11-6。

表 11-5 武冈展辉医院 DSA 验收监测测量结果 （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、540mA。3、设备名称规格型号为：飞利浦 FD20 型 DSA

由表11-4的监测结果可知，DSA工作场所防护门外环境辐射空气吸收剂量率X- γ 辐射剂量率监测值在0.14~0.18Gy/h之间，DSA 运行时对周围环境的影响符合《医用X射线诊断放射防护要求》。

株洲县第一人民医院拟增DSA使用的最大管电压小于武冈展辉医院已运行的项目，且采取的辐射防护措施、机房尺寸基本相同，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项目对机房周围环境影响较小，该机房设计能够满足拟引进的DSA的防护要求。

4、项目运行对周围保护目标可能造成的辐射影响

根据对医院相关机房防护设计情况分析，结合设备的工作量情

况，估算出公众成员可能受到的年剂量结果。

1、估算公式

X 射线产生的外照射附加年有效剂量计算公式为：

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：

$$H_{Er}=D_r\times t\times 10^{-3}\times \mu \text{ (mSv) } \dots\dots\dots \text{ (式 6-17)}$$

式中： H_{Er} : X-γ 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

D_r : X-γ 射线空气吸收剂量率附加值, μGy/h;

t : X-γ 照射时间, h; μ : 转换因子, 此处取 0.7。

在正常运行情况下，根据结合医院实际情况，以设备最大工作量考虑，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）及公众可能受到的最大年有效剂量见表 11-8。

2、工作负荷

院方提供的工作负荷见表 11-6。

表 11-6 DSA 机房工作负荷

最大治疗 人数（例/a）	摄片曝光 时间（s/例）	介入时间 （min/例）	年工作例数 （/a）	年照射时间（h/a）	
				摄片	介入
500	1	30	250	0.14	250

3、估算结果

表 11-7 项目运行过程中对人员可能产生的最大年有效剂量

人员类别	所致人员年附加剂量（mSv/a）	
	辐射工作人员	公众
计算表 达式	$H_{Er}=D_r\times t\times 10^{-3}\times \mu$ $= (4.38-0.13) \times 250 \times 10^{-3} \times 0.7$	$H_{Er}=D_r\times t\times 10^{-3}\times \mu$ $= (0.18-0.13) \times 250 \times 10^{-3} \times 0.7$
DSA 介入治疗	0.743	0.0088

通过类比监测数据估算介入治疗按工作量单人操作时，职业照射

的附加最大年有效剂量为 0.743mSv（单人操作），但因为每个医院购置的铅衣（铅围裙）的铅当量厚度不一样，因此，为降低介入人员受照剂量，建议购置 0.5mm 及以上铅当量的铅衣，并应安排两人以上人员实行轮岗操作。机房周边公众可能产生的年附加最大有效剂量为 0.009mSv。

同时根据材料，小 C 臂的参数小于 DSA，所以以保守的角度考虑，按照 DSA 机房的计算结果可知，小 C 臂对周围公众人员的年受照剂量最大值分别为 0.009mSv，远小于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中公众剂量管理目标值。

事故影响分析

医院使用医用 X 射线装置开展辐射诊疗工作，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，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 11-8。

表 11-8 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。

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-9。

表 11-9 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

根据表 11-8 和表 11-9，本项目各射线装置可能发生的辐射事故等级见表 11-10。

表 11-10. 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
射线装置	X 射线	① 有人误入正在运行的射线装置机房； ② 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

本项目射线设备均属 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三种：

- （1）检修、维护人员误操作造成误照射；
- （2）辐射工作人员未穿铅衣进行手术。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

为认真贯彻执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求及国家的有关规定，加强医院内部管理，医院成立了“辐射防护与安全领导小组”，该小组负责辐射防护安全工作。

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。

医院设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：相关制度的制定、修改与完善；安排辐射工作人员参加学习培训；定期的辐射工作场所巡查和辐射事故应急演练；辐射工作人员的健康档案管理等。医院具体情况如下：

1、职业人员的辐射安全防护培训和再培训计划

1) 辐射工作人员的辐射安全与防护培训和再培训计划要求

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。

（2）辐射工作人员的配置及培训情况

医院现有工作人员 5 名，根据医院提供的资料来看，到目前为止，医院没有辐射工作人员参加了湖南省环保厅组织的培训，但放射性工作人员参加了卫计委部门的培训并取得了相关的岗位证书。

按照医院的计划，DSA 拟安排的工作人员分为二部分，一为原医院放射科工作人员，二为拟安排引进的工作人员。其中拟安排引进 2 名辐射工作人员、1 名技师、2 名护士；小 C 臂的工作人员为各科室手术医生。本项目属新增项目，即辐射工作人员拟增加 5 名，因项目暂未启动，因此暂未新增辐射工作人员。本环评要求医院在本项目运营前，工作人员必须参加辐射安全培训，并取得合格证，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次复训，同时将拟从事介入治疗的人员纳入放射工作人员进行管理。

2、辐射工作人员健康管理和个人剂量监测管理

根据医院提供的资料来看，医院对已经从事辐射工作的职业人员按照《辐射工作人员健康标准》的规定进行的职业健康体检，并为辐射工作人员建立个人健康档案（见附件），档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，并安排专人保管。

通过医院辐射工作人员体检报告来得知：5 名辐射工作人员中，全部参加职业健康体检，均可继续从事放射性工作。

根据环境保护部令第 3 号、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，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。根据医院提供资料，医院为辐射工作人员配置了个人剂量计，目前其建立了个人剂量档案，并安排专人保管。

通过医院辐射工作人员个人剂量报告来得知：辐射工作人员未曾出现剂量超标现象。

通过医院现有的辐射工作人员相关信息分析得知：医院为辐射工作人员进行了职业健康体检，并为辐射工作人员佩戴了个人剂量计，根据体检报告可知，现有辐射工作人员在项目检查齐全的情况下是可以继续从事放射工作，根据剂量报告可知辐射工作人员未曾出现剂量超标现象。

本环评要求医院新增辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，并为辐射工作人员佩戴个人剂量计，以后每 2 年为辐射工作人员进行职业健康体检，每个一个季度（90 天）对辐射工作人员佩戴的个人剂量送检，所有辐射工作人员的剂量报告、体检报告应安排专人保管，所有的辐射工作人员档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

辐射安全管理规章制度

为保障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应用方面的经验，针对辐射设备情况制定有以下制度：《辐射安全与防护管理制度》、《医院射线装置管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《射线装置设备检查维护制度》、《放射科辐射监测方案》、《放射科工作制度》、《放射科主治医师职责》、《放射科副主任医师职责》、《放射科医师职责》、《放射科技师职责》、《操作规程》、《辐射事故预防措施及应急处理预案》等。

至 2016 年医院辐射相关的管理规章制度，已经过多次修改和完善，其内容详实、岗位职责明确、各项计划落实到位，具有很强的操作性和可行性。

现医院为提高医疗水平，扩大医疗业务，拟引进 DSA 和小 C 臂开展放射工作。针对拟引进设备，医院辐射防护管理机构召开会议，通过借鉴成熟医院经验并结合自己实际，制定了《DSA 操作规程》、《介入手术医师岗位职责》、《小 C 臂操作规程》等规章制度。

为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，医院须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

- 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（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。

2、在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的辐射工作场所均必须有电离辐射警示标识，机房门屏蔽门上方还必须要有工作指示灯，同时警告标识的张贴必须规范。

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，该医院应培植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，加以完善和补充，并确保各项制度的落实。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进行补充和修改。

医院须配备相应的监测仪器，根据本项目产生的污染因子特点，医院须配备 1 台 X- γ 剂量率仪，开展日常防护监测计划，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外环境的监测。

(1) 个人剂量监测

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。

(2) 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,对射线装置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。医院自行的日常监测要求如下表 12-1 所示。

表 12-1 自主监测和委托监测监测周期及内容

监测项目	监测内容	监测周期	备注
X 射线 工作场所	工作场所 外照射辐 射水平	4 次/年	单位自检
		1 次/年	委托有资质的单位
个人剂量	外照射剂量	1 次/3 月 4 次/年	委托有资质的单位

辐射事故应急

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。

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。

三同时制度

项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收项目		验收内容		验收要求
1	环保资料		项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的监测报告。		落实
2	环境管理制度		有专人负责，制度上墙等。		落实
3	警示装置		各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识。		落实
4	人员管理		配备辐射工作人员应持证上岗，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
5	机房面积		机房：≥20m ²		GB165-2012 GBZ130-2013 GBZ/T180-2006
6	机房墙体厚度	DSA	四周墙壁	380mm 实心砖+30mm 钡水泥	落实
			顶部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥	
			防护门	3mmPb	
			观察窗	铅当量为 4mm	
			底部	地面：210mm 混凝土+30mm 钡水泥	
		手术 2 室（小 C 臂机房）	四周墙壁	240mm 实心砖+2mmPb	落实
			顶部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥	
			防护门	3mmPb	
			观察窗	2mmPb	
			底部	210mm 混凝土+30mm 钡水泥	
7	电离辐射	剂量管理目标值	DSA：≤4mSv/a；其他：≤2 mSv/a。 公众成员年有效剂量≤0.1mSv/a。	GB18871-2002、 及环评要求	
			小 C 臂：职业年有效剂量≤2 mSv/a。 公众成员年有效剂量≤0.1mSv/a。		
		墙体外剂量率控制	机房防护屏蔽体外 30cm 处空气比释动能率 < 2.5μGy/h。	GB18871-2002	
8	防护用品	DSA	铅衣 5 件、铅眼镜 5 副、铅围裙 5 件、铅帽 5 顶、铅围脖 5 个，铅屏风 1 块；个人剂量计不少于 5 个。	配置齐全	
		小 C 臂	配备有医生铅衣（2 套）、铅围脖（2 个）、铅手套（2 副）、铅眼镜（2 副）、铅帽（2 个），有防护围帘（1 个）、防护吊屏（1 个），屏蔽能力均为 2mm 铅当量；暂未配备个人剂量计和个人剂量报警仪。	配置齐全	
9	验收监测点位		机房墙体外表面 30cm 及人员所在场所。		/

表 13 结论与建议

1 结论

1.1、项目概况

株洲县第一人民医院拟配备 1 台 DSA（配备的 DSA 管电压为 120kV，管电流为 1250mA）和 1 台小 C 臂（管电压为 110kV，管电流为 200mA），分别属 II 类、III 类射线装置。其中医技楼 1 楼东侧预留 DSA 机房，小 C 臂主要应用于放射科四楼预留手术室机房。

1.2、项目规划符合性

本项目位于医院内，用地性质为医疗用地，不影响城市规划。因此，项目符合株洲县城市总体规划。

1.3、实践正当性

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。

1.4、产业政策符合性

本项目使用的 DSA 和小 C 臂属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.5、选址可行性

机房选址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、废气等均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

1.6、布局合理性

本项目布局在发挥核技术利用项目诊断与诊疗疾病的优势的前提下，也便于工作人员及病人的辐射防护工作及就医流程的简化。

射线设备用房分为控制区和监督区：机房的控制室、办公用房、划分为监督区。本项目放射诊断、诊疗项目分区明确从环境保护角度分析，医院辐射工作场所布局可行。

1.7、墙体屏蔽性能及剂量估算

通过类比核算，机房周边的机房四周墙体外的辐射剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，拟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低于本环评的剂量约束限值要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

1.8、辐射与环境保护管理

医院成立了辐射安全领导小组，各项规章制度、操作规程、应急处理措施健全、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，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，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，株洲县第一人民医院切实按照本环评要求及相关要求

进行建设后，医院新增的射线装置运行时，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。

医院在采取本环评提出的各项环境保护及污染防治措施后，从环境保护的角度来看，本环评认为该扩建项目是可行的。

2 要求

1、医院应为辐射工作人员进行职业健康体检，为辐射工作人员配备个人剂量计，并定期送检；购置辐射检测设备，按要求对辐射工作场所周边环境进行监测。

2、医院开展诊疗工作必须配备足够的合格的辐射工作人员；辐射工作人员必须经过辐射防护专业知识的职业培训，并经过考核合格后方可上岗。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、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方可实施。

4、医院应加强内部管理，合理使用各射线装置，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。

5、医院在办理环评手续后，应及时变更《辐射安全许可证》。

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	

