

核技术利用建设项目

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院核技术
利用扩建项目环境影响报告表

（公示版）

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院（盖章）

2016 年 12 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院核技术
利用扩建项目环境影响报告表

建设单位名称：湘西土家族苗族自治州肿瘤医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：吉首市东门坡湘西土家族苗族自治州肿瘤医院

邮政编码：416099 联系人：邓 XX

电子邮箱：33xxxx491@qq.com 联系电话：185xxxxxx88

目 录

表 1	项目概况.....	1
表 2	放射源.....	8
表 3	非密封放射性物质.....	9
表 4	射线装置.....	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6	评价依据.....	12
表 7	保护目标与评价标准.....	14
表 8	环境质量现状.....	23
表 9	项目工程分析与源项.....	25
表 10	辐射防护与安全措施.....	31
表 11	环境影响分析.....	36
表 12	辐射安全管理.....	56
表 13	结论及建议.....	65
表 14	审批.....	69

表 1 项目概况

项目名称		湘西土家族苗族自治州肿瘤医院核技术利用扩建项目				
建设单位		湘西土家族苗族自治州肿瘤医院				
法人代表		向 XX	联系人	邓 XX	联系电话	18xxxxxx88
注册地址		吉首市东门坡				
项目建设地点		湘西土家族苗族自治州肿瘤医院原 CT 楼一楼				
立项审批部门		/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）		xxxxx	核技术利用项目环保投资（万元）	xx	投资比例	9%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			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	无				

1.1 核技术应用的目的是任务：

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、肿瘤的模拟定位工作。

1.2 建设单位概况

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院成立于 1995 年 5 月，是政府举办非营利性地区级肿瘤专科医院和我州八县市医保、城居、农合定点医疗机构。医院地处吉

续表 1 项目概况

首市花果山公园下，空气清新、环境优雅，风景秀丽。系广大肿瘤患者理想治疗和康复的场所。

医院现有高中级专业技术人员 102 名，其中高级专业技术人员 30 名，开设有肿瘤外科、放疗科、化疗科、头颈科、妇瘤科、肿瘤综合科、内科、中医科、肿瘤放射治疗中心、肿瘤微创介入治疗中心、血液透析中心、肿瘤生物免疫治疗中心等 20 余个临床、医技科室，拥有医用双光子电子直线加速器、近距离后装治疗机、微波治疗机、CT 模拟定位机、放射治疗计划系统、英国 Emscion 腔道射频消融仪、螺旋 CT、多普勒彩超、心功能检查仪、全自动生化仪等大型医疗设备。率先在湘西及周边地区开展宫颈癌的后装治疗、恶性肿瘤适形、调强治疗、肿瘤微创介入、消融、体内粒子植入及细胞免疫治疗。

1.3 项目由来

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，湘西土家族苗族自治州肿瘤医院拟投资 1000 万元在原 CT 楼一层新增 1 台数字减影血管造影系统（DSA），属于 II 类射线装置，1 处乙级非密封放射性工作场所，使用核素为 ^{125}I 粒子。

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，湘西土家族苗族自治州肿瘤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扩建项目进行环境影响评价。

根据现场踏勘实际情况，本次核技术利用扩建项目利用现有建筑进行改建，其中，DSA 机房使用原有的 CT 机房进行改建， ^{125}I 粒子植入场所拟在该 DSA 设备机房内进行，目前整改工作还未开展，设备已购买，放射源还未购买。我公司人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，按照国家对伴有辐射建设项目环境影响评价技术规范的要求，编制了本项目的辐射环境影响报告表。

1.4 项目概况

（1）项目名称：湘西土家族苗族自治州肿瘤医院核技术利用扩建项目

续表 1 项目概况

(2) 建设地点：吉首市东门坡湘西土家族苗族自治州肿瘤医院原 CT 楼一层

(3) 建设性质：扩建

(4) 建设单位：湘西土家族苗族自治州肿瘤医院

(5) 投资：核技术总投资 xxxx 万元，其中环保投资 xx 万元

(6) 建设规模：本次环评项目包含 1 台数字减影血管造影系统（以下简称 DSA），属于 II 类射线装置，1 处乙级非密封放射性工作场所，使用核素为 ^{125}I 粒子，基本设备及核素使用情况见下表 1-1。

表 1-1 医院拟配置射线装置情况一览表

序号	射线装置	厂家/型号	拟定参数	类别	位置	数量	备注
1	DSA	TOSHIBA	150kV; 1000mA	II 类	原 CT 楼一层	1 台	已购
合计：1 台射线装置，为 II 类射线装置							

表 1-2 医院拟使用核素情况一览表

序号	非密封放射性物质		计划日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	计划最大年用量 (Bq)	备注
	核素名称	物理化学性状				
1	^{125}I (粒子)	固态、中毒组	2.07×10^9	2.07×10^7	1.035×10^{10}	乙级非密封放射性工作场所
合计				2.07×10^7	1.035×10^{10}	

(7) 劳动定员

本项目拟新增放射工作人员 6 人。其中，介入治疗医生拟增 4 人， ^{125}I 粒子植入拟增放射工作人员 2 人。

1.5 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。其中，主体工程主要包含 DSA 机房及 ^{125}I 粒子植入场所。本项目 ^{125}I 粒子植入拟在 DSA 机房内进行，DSA 机房使用原有 CT 机房进行改建。

1.5.1 机房改建前

原设计为 CT 机房，该 CT 设备于 2009 年搬迁至新 CT 机房以后，该机房一直空置至今。原 CT 机房内空尺寸为 $7.0\text{m} \times 4.8\text{m} \times 3.1\text{m}$ ，四面墙体均为 400mm

续表 1 项目概况

混凝土结构，顶棚为 200mm 混凝土结构，防护门窗均为 5mmPb。改建前机房平面布置图见附图五。

1.5.2 机房改建后

机房改建后用作 DSA 及 ^{125}I 粒子植入场所，主要整改措施为：机房东侧 1 间库房与原 CT 机房合并为 DSA 介入手术室，将防护窗设置在机房东侧墙壁，利用原库房改建为控制室，改建后机房平面布置图见附图六，同时将原 CT 楼一层南侧的空置房间改建为粒子植入后的专用病房，楼梯右侧的库房改建为粒子专用贮存室，用作粒子暂存。该机房改建后机房情况一览表见下表：

表 1-3 DSA 机房改建后机房情况一览表

机房名称	最小单边尺寸 (m)	面积 (m ²)	四面墙体	顶棚	防护门窗
DSA 机房	4.6	39.6	400mm 混凝土	200mm 混凝土	5mmPb

项目组成情况见表 1-4 所示。

表 1-4 本项目主要工程依托关系表

序号	项目	组成	依托关系	备注
一	主体工程			
1	DSA 机房	共 1 间：原 CT 楼利用原有 1 间 CT 机房进行改建； 配备 1 台 DSA	改建	还未整改
2		配套控制室等辅助用房	改建	
3	^{125}I 粒子植入场所	位于原 CT 楼一层，在 DSA 机房内，设置 ^{125}I 粒子植入场所 1 处，日等效最大操作量为 $2.07 \times 10^7 \text{Bq}$	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，污污分流；医疗废水排入医院污水处理系统处理达标后排入市政污水管网。	依托	/
3	供配电	院内供配电系统	依托	/
4	通风	机房内设置有机械通风装置	依托	/
三	环保工程			
1	废气	射线装置机房设置机械动力通风设施	依托	/
2	废水	实行雨污分流，污污分流，项目废水直接排入医院污水处理设施	依托	/

续表 1 项目概况

3	固废	已制定固废处理措施，医疗垃圾暂存间以及生活垃圾暂存桶	依托	/
---	----	----------------------------	----	---

1.6 保护目标

1.6.1 周围环境概况

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院位于吉首市东门坡。本次核技术利用扩建项目主要位于湘西土家族苗族自治州肿瘤医院原 CT 楼一层，即原 CT 机房。

原 CT 楼位于院区北侧，原 CT 楼为二层建筑，其中一层为原 CT 机房及库房等，二层为库房。原 CT 楼东侧约 3m 处为医院食堂，约 8m 处为宿舍楼，南侧约 8m 处为民房，西侧约 10m 处为值班室，北侧约 6m 处为宿舍楼，西北侧约 23m 处为门诊大楼。

1.6.2 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目标为该医院从事放射诊疗的工作人员、机房周围公众成员。

1.7 医院现有核技术利用项目情况

1.7.1 现有射线装置情况

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院现有 2 台 II 类射线装置，5 台 III 类射线装置，1 台后装机（使用放射源为 ^{192}Ir ，活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，属于 III 类放射源）。其中 1 台小 C 臂现已报废，其他射线装置及放射源运行良好。上述射线装置及放射源已于按照相关要求进行了环境影响评价工作，并分别于 2006 年 1 月及 2008 年 3 月取得了湖南省环境保护厅的审批意见（详见附件八）；湖南省环境保护厅于 2013 年 10 月 22 日延续发放了辐射安全许可证：湘环辐证【00098】（有效期至 2018 年 10 月 21 日），允许种类和范围为：使用 III 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置。具体情况见表 1-5，医院上述未报废设备及放射源运行至今，情况良好，无辐射安全事故发生。

表 1-5 现有射线装置情况表

序号	射线装置	型号	类别	位置	环评情况	是否办证	备注
1	医用加速器	Primus	II 类	放疗中心一楼	已环评	已办证	/
2	医用加速器	SL75-14	II 类	放疗中心一楼	已环评	已办证	/

续表 1 项目概况

3	诊断 CT	Activion16	III 类	门诊 CT 机房	已环评	已办证	/
4	通核 Simulix-MC（模 拟定位机）	Oldt Simulix-MC X	III 类	放疗中心一楼	已环评	已办证	/
5	高端多层螺旋 CT 系统	SOMATiON Plus4	III 类	放疗中心一楼	已环评	已办证	/
6	东芝 DT-KDV X 光机	RTH9206C- G5	III 类	门诊大楼负一 楼	已环评	已办证	/
7	C 形臂 X 射线成 像系统（小 C 臂 机）	Siemens	III 类	--	已环评	已办证	已报废

表 1-6 现有放射源使用情况表

序号	使用科室	设备名称	核素名称	出厂活度 (Bq)	国家编码	分类级别
1	放射治疗中心	后装机	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹¹	0116IR000743	Ⅲ类放射源

医院上述射线装置及放射源在使用过程中，运行情况良好，无辐射安全事故发生。

1.7.2 辐射防护情况

根据湘西土家族苗族自治州肿瘤医院提供的资料和现场踏勘可知，医院以上涉源（放射性核素和射线装置）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。

1.7.3 放射性废物排放情况

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，对环境的影响小。

1.8 医院原有核技术环评回顾

根据湘西土家族苗族自治州肿瘤医院现有核技术利用项目内容，医院现有辐射防护措施只要有以下几点：

1、各射线装置能够正常运行，防护门上以及醒目位置张贴了辐射警示标识，配备了铅衣、铅围裙等个人防护用品；

2、医院成立了以法人代表为组长的辐射防护安全管理小组，制定了各机房

续表 1 项目概况

操作规章制度，辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度以及工作人员培训计划等；

3、医院放射工作人员做到持证上岗，每两年组织放射工作人员进行职业健康体检，每个季度组织放射工作人员进行个人剂量监测，按照规定，对每一个放射工作人员建立个人剂量档案，保存职业照射记录，并进行了年度辐射评估报告。

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，湘西土家族苗族自治州肿瘤医院共有 3 台 II 类射线装置，5 台 III 类射线装置，1 处乙级非密封放射性工作场所（使用核素为 ^{125}I 粒子）。

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	使用场所	贮存方式
1	¹²⁵ I	固态、中毒组	使用	2.07×10^9	2.07×10^7	1.035×10^{10}	肿瘤治疗	简单操作	核医学科	铅罐保存
以下无										

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (台)	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 类	1	日本东芝	150	1000	介入手术	原 CT 楼介入手术室	拟新增
合计			1	/	/	/	/	/	
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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场 所	氟靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
不合格粒子源	固态	/	/	/	/	比活度 <2×10 ⁴ Bq/kg	/	废弃粒子源由厂家回收
以下无								

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	6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件 (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； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 253 号令，1998 年； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2014 年 7 月 29 日修订），国务院第 449 号令，2005 年 9 月 14 日； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2014 年 4 月修订），2015 年 6 月 1 日； (7) 《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 修正）； (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； (9) 《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； (10) 《关于发布放射源分类办法的公告》国家环境保护总局公告，2005 年第 62 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； (12) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 年修订）》，国家环境保护部令第 3 号，2008 年 11 月 21 日。
------	---

续表 6 评价依据

技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)； (3) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348-2010)； (4) 《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)； (5) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)； (6) 《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)； (7) <u>《低能γ射线粒子植入治疗 放射防护要求与质量控制检测规范》(GBZ178-2014)；</u> (8) <u>《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)；</u> (9) <u>《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2011)；</u> (10) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016)。
其他	(1) 辐射环境影响评价委托函； (2) 本项目电离辐射监测报告(鹏辐检【2016】68 号)(附件三)； (3) 《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)； (4) <u>《中国辐射卫生 2010 年 6 月第 19 卷第 2 期--放射性粒子植入治疗的放射防护进展(赵士义)》。</u>

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，确定以各机房为边界外 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）本项目选址及周围外环境敏感点

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院位于吉首市东门坡。本次核技术利用扩建项目主要位于湘西土家族苗族自治州肿瘤医院原 CT 楼一层，即原 CT 机房。

原 CT 楼位于院区北侧，原 CT 楼为二层建筑，其中一层为原 CT 机房及库房等，二层为库房。原 CT 楼东侧约 3m 处为医院食堂，约 8m 处为宿舍楼，南侧约 8m 处为民房，西侧约 10m 处为值班室，北侧约 6m 处为宿舍楼，西北侧约 23m 处为门诊大楼，本项目所在建筑周边环境保护目标一览表见表 7-1。

拟建 DSA 机房东侧为准备间，南侧为操作间及大厅，西侧及北侧为防护墙体；粒子贮存室东侧为库房、南侧为门厅，西侧为楼梯间，北侧为通风天井间；粒子植入专用病房东侧、南侧、西侧均为墙体，墙体外为绿化带，北侧为走廊。本项目机房周围环境敏感点一览表如 7-2 所示。

项目现场照片见附图一，本项目地理位置图见附图二，医院规划总平面布置图见附图三，原 CT 楼外环境保护目标图见附图四，原 CT 机房现状平面布置图见附图五，改造后的 DSA 拟建机房平面布置图见附图六。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 机房所在建筑周围敏感目标一览表

机房所在大楼	方位	环境敏感点名称	距离	影响因子
原 CT 楼	东	食堂、宿舍楼	约 3m、约 8m	电离辐射
	南	民房	约 8m	电离辐射
	西	值班室	约 10m	电离辐射
	北	宿舍楼	约 6m	电离辐射
	西北	门诊大楼	约 23m	电离辐射

表 7-2 机房周围环境概况表

机房名称	机房位置	方位	环境敏感点名称	可能受影响人数	主要受影响人群
DSA 机房 (¹²⁵ I 粒子植入机房)	原 CT 楼一层	东	控制室、大厅	二	放射工作人员、公众
		南	外走廊	1~2 人	公众
		西	防护墙体	1~2 人	公众
		北	准备间	1~2 人	放射工作人员
		楼上	库房	1~2 人	公众
		楼下	夯实土层	二	--
粒子贮存室		东	库房	1~2 人	公众
		南	门厅	1~2 人	公众
		西	楼梯间	1~2 人	公众
		北	天井间	二	--
		楼上	库房	1~2 人	公众
		楼下	夯实土层	二	--
粒子植入专用病房		东	墙体、绿化带	二	--
		南	墙体、绿化带	二	--
		西	墙体、绿化带	二	--
		北	走廊	1~2 人	公众
		楼上	库房	1~2 人	公众
		楼下	夯实土层	二	--

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

电离辐射相关标准

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

续表 7 保护目标与评价标准

①剂量限值

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。

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。

结合拟使用的医用辐射装置的实际情况，确定本项目¹²⁵I粒子、数字减影血管造影系统（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4mSv/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2mSv/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剂量目标管理限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剂量约束限值。

②表面放射性污染的控制

工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录B（标准的附录B）B2所规定的限值要求。

工作场所的表面污染控制水平如表7-3所列。

表 7-3 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹
1) 该区内的高污染子区除外		

续表 7 保护目标与评价标准

③非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

第 C1 款，应按表 7-4 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-4 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

(2) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）

第 5.2.1 条 非密封源的操作应根据所操作的放射性物质的量和特性，选择符合安全与防护要求的条件，尽可能在通风橱、工作箱或手套箱内进行。

(3) 参照《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120—2006）

标准适用于临床核医学应用放射性药物施行诊断和治疗的实践。

第 4.2 款 一般临床核医学的活性实验室、病房、洗涤室、显像室等工作场所属于 GB18871 规定的乙级或丙级非密封工作场所。为便于操作，针对临床核医学实践的具体情况，可以依据计划操作最大量放射性核素的加权活度，把工作场所分为 I、II、III 等三类（见表 7-5）。

表 7-5 临床核医学工作场所具体分类

分类	操作最大量放射性核素的加权活度 ²⁾ ，MBq
I	>50000
II	$50 \sim 50000$
III	<50
²⁾ 加权活度 = (计划的日操作最大活度 × 核素的毒性权重因子) / 操作性质修正因子	

第 4.4 款 按表 7-3 划分的三类核医学工作场所室内表面及装备结构的基本放射防护要求见表 7-6。

表 7-6 不同类别核医学工作场所的室内表面及装备结构要求¹⁾

场所分类	地面	表面	通风橱 ²⁾	室内通风	管道	清洗及去污设备
------	----	----	-------------------	------	----	---------

续表 7 保护目标与评价标准

I	地板与墙壁 接缝无缝隙	易清洗	需要	应设抽风机	特殊要求 ³⁾	需要
II	易清洗且不易 渗透	易清洗	需要	有较好通风	一般要求	需要
III	易清洗	易清洗	不必	一般自然通 风	一般要求	只需清洗
注： ¹⁾ 依据国际放射防护委员会（ICRP）第 57 号出版物。 ²⁾ 仅指实验室 ³⁾ 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测						

第 4.7 款 临床核医学工作场所应备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标注。放射性废物应按长半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃器皿等应贮存于不泄露、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。

第 5.1 款 操作放射性药物应有专门场所，如给药不在专门场所进行时则需采取适当防护措施。放射性药物使用前应有恰当屏蔽。

第 5.2 款 装有放射性药物的给药注射器应有适当屏蔽。难以屏蔽时应注意控制操作时间。

第 5.9 款 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的那部分。

第 6.1 款 使用治疗量发射 γ 射线放射性药物的区域应划为控制区。用药后患者床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口处应有 GB18871 规定的电离辐射警告标志；除医务人员外，其他无关人员不得入内，患者也不应随便离开该区。

第 6.2 款 配药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和已给药治疗的患者通过非放射性区域。

第 6.4 款 接受放射性药物治疗的患者应使用专用便器或者设有专用卫生间和浴室。

(4) 《低能 γ 射线粒子源植入治疗的放射卫生防护与质量控制检测规范》 (GBZ178-2014)

第 3 款 一般要求

第 3.1 款 开展粒子源植入治疗的医疗机构和负责医师应具有相应资质并经相关部门批准。

续表 7 保护目标与评价标准

第 3.2 款 应配备测量粒子源活度的活度计以及探测光子能量下限低于 20KeV 的辐射防护监测仪。

第 3.3 款 应配备 B 超, X 光机或 CT 机, 以及粒子植入治疗的治疗计划系统。

第 3.4 款 应具备对放射性废物处置的设施和技术方案。

第 3.5 款 废弃或泄露的粒子源应放置在钱罐内, 退回厂家。

第 4 款 粒子源植入操作中工作人员的放射防护

第 4.1 款 治疗室与贮存室应分开, 但不宜相距太远, 已便于源的取用。当容器封闭时, 容器表面的辐射水平应低于 $20\mu\text{Sv/h}$ 。粒子源贮存的容器前应使用铅块屏蔽, 并在屏蔽铅块前放置防护铅屏风, 屏风上方应有适当厚度的铅玻璃。操作人员应站在屏风后实时操作。

第 4.2 款 操作前要穿戴好防护用品。主要操作人员应穿铅防护衣, 戴铅手套、铅玻璃眼睛和铅围脖等。防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量。对性腺敏感器官, 可考虑再穿含 0.5mm 铅当量防护的三角裤或三角巾。

第 4.3 款 在实施治疗前, 应制定详细可行的实施计划, 并准备好所需治疗设备, 如植入模板, 分装器具和植入枪等, 尽可能缩短操作时间。

第 4.4.款 拿取粒子源应使用长柄器具, 如镊子, 尽可能增加粒子源与操作人员之间的距离。在整个工作期间, 所有人员尽可能远离放射源, 快速完成必要的操作程序。

第 4.5 款 粒子源使用当天, 用活度计测量同批 (或单个) 粒子源活度, 或对出厂的源活度进行衰变校正。

第 4.6 款 使用前应至少抽取 2%的粒子源, 采用适当方法进行泄露检查, 确认它的完整性和安全性。发现泄漏, 应将同批次粒子源退回厂家。

第 4.7 款 如粒子源破损引起泄露而发生污染, 应封闭工作场所, 将源密封在一个容器中, 控制人员走动, 以避免放射性污染扩散, 并进行场所和人员去污。

第 5 款 粒子源植入中和植入后的放射防护要求

第 5.1 款 手术前后的防护要求

第 5.1.1 款 治疗师应根据临床检查结果, 分析及确定肿瘤体积。根据治疗计

续表 7 保护目标与评价标准

划报告，确定所需的粒子源总活度及靶区所需粒子源的个数。

第 5.1.2 款 治疗师应正确勾画实际肿瘤靶区。在 B 超或 CT 引导下或术中，通过植入针准确无误地将粒子源植入肿瘤靶区，保护靶区相邻的重要器官。

第 5.1.3 款 粒子源植入后应尽快对靶区正、侧位进行 X 射线拍片，确认植入粒子源的个数。

第 5.1.4 款 手术结束后应对手术区域进行检测，以排除粒子源在手术过程中遗漏的可能。

第 5.1.5 款 确保肿瘤得到精确的处方剂量。手术结束后 4 周~6 周，通过 CT 薄层扫描，验证治疗计划，必要时实施补充治疗。

第 5.2 款 住院病人的管理

第 5.2.1 款 植入粒子源术后的患者，在植入部位应穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带。

第 5.2.2 款 植入粒子源的患者床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口处应有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内。

第 5.2.3 款 植入粒子源的患者应使用专用便器或设有专用浴室和厕所。

第 5.2.4 款 治疗期间不清扫房间，除食物盘外，房内任何物品不得带出房间。

第 5.2.5 款 前列腺植入粒子源的男性患者应戴避孕套，以保证放射性粒子源植入体内后不丢失到周围环境。为防止随尿液排出，在植入后两周内，宜对尿液用 4cm×4cm 见方的药用纱布过滤。如果发现植入的粒子源流失到患者的膀胱或者尿道，应用膀胱内镜收回粒子源并放入铅罐内贮存。

第 5.2.6 款 患者在植入粒子源后的 4 个月，尤其是前两周内，应与配偶保持一定距离。

第 5.2.7 款 当患者或家庭成员发现患者体外有粒子源时，不应用手拿，应当用勺子或镊子夹取粒子源，放在预先准备好的铅容器内（放射治疗医师实现给予指导）。该容器返还给责任治疗医师。

第 5.2.8 款 如病人出现危急情况或死亡，应立即通知治疗医生。

第 5.2.9 款 任何物品在搬离病房之前应进行监测。

第 6 款 粒子源储存

第 6.1 款 待用的粒子源应装入屏蔽容器内，并存放在专用房间。该房间应

续表 7 保护目标与评价标准

防火、防盗、防潮湿。

第 6.2 款 应建立粒子源出入库登记制度，植入前，详细记录从容器中取出粒子源的编号、日期时间、源名称、入库活度/数量、送货人、接收人、出库活度/数量、去往场所、出库经手人、接收人等。

第 6.3 款 应定期检查粒子源的实际库存数量及贮存场所，对库存中的粒子源应标明其用途。

第 6.4 款 应建立显示每个贮存器的标签，在标签上标明取出的粒子源数量。

(5) 《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 5.2 款 每台 X 射线机(不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2（表 7-7）要求。

表 7-7 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度（参考）

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
DSA	30	4.5
a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。		

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 3（表 7-8）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 7-8 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
a 双按 GBZ/T 180 的要求。		

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

d) 带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于 2.5μGy/h

续表 7 保护目标与评价标准

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。

（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）

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

结合拟使用的医用辐射装置的实际情况，确定本项目射线装置评价标准如下。

表 7-9 本项目剂量限值及污染物排放指标表

一、年剂量约束值			
项目	年平均有效剂量（mSv/a）	执行对象	本评价年剂量目标管理限值（mSv/a）
辐射工作人员	20	辐射工作人员	¹²⁵ I 粒子、DSA 介入医生：4 其余放射工作人员：2
公众人员	1	公众人员	0.1
二、机房防护体表面控制值			
医用诊断 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 处的周围剂量当量率≤2.5μSv/h	
三、设备要求			
¹²⁵ I 粒子源		运输包装表面的辐射剂量率<5μGy/h	
四、机房面积要求			
DSA 机房		≥30m ² ；最小单边长度≥4.5m（参考）	
五、放射性废物排放			
表面污染		控制区：<4×10Bq/cm ² 监督区：<4Bq/cm ² 其他：<0.4Bq/cm ²	
放射性固体废物		每袋废物（重量≤20kg）的表面辐射剂量率≤0.1mSv/h	
		废物包装盒外表面：α<0.04 Bq/cm ² , β<0.4 Bq/cm ² 放射废物比活度<2×10 ⁴ Bq/kg	
六、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 环境质量现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射监测

受湘西土家族苗族自治州肿瘤医院的委托，长沙市鹏悦环保工程有限公司于2016年6月2日对该医院(N：29°29'10"，E：113°25'28")的 X-RAY 型数字减影血管造影系统（DSA)机房拟安装地的辐射医疗工作环境进行了检测。

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

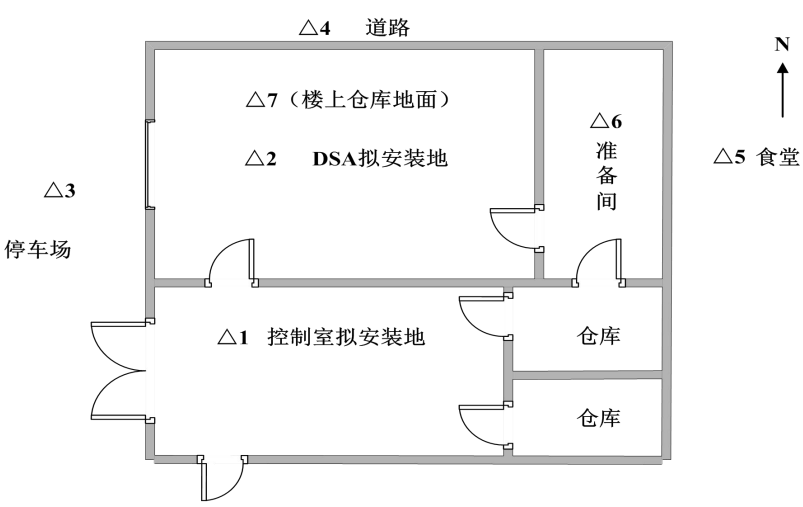
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

《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。



备注：△为检测点位，目前DSA机房拟安装地位于老CT机房，楼上为仓库。

图 8-1 监测布点图

续表 8 环境质量现状

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 检测仪器及检定情况一览表

仪器名称	仪器型号	出厂编号	计量检定证书	有效日期
环境检测 X、 γ 剂量率仪	JB4010	09031	校准字第 201603001143 号	2017.3.2

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

序号	测量位置	地表 γ 辐射剂量率（nGy/h）					
		测量值					计算值
		1	2	3	4	5	
1	控制室拟安装地	92	92	93	92	91	92±1
2	DSA 拟安装地	90	89	91	92	92	91±1
3	停车场	99	96	96	98	97	97±1
4	道路	91	92	93	92	93	92±1
5	食堂	94	93	94	92	93	93±1
6	准备间	93	92	91	91	90	92±1
7	DSA 拟安装地楼上仓库地面	93	94	94	95	93	94±1

项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率在91-97nGy/h之间，与湖南省湘西自治州天然贯穿辐射剂量率一室内50.5~174.8nGy/h、室外69.5~199.7nGy/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湘西自治州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

本项目选址于医院现有原 CT 楼原 CT 机房内。利用原有 CT 机房进行改建，目前改建工作还未开展。本次扩建项目施工期主要为对现有 CT 机房的整改工程，因此，本次核技术利用扩建项目施工期主要评价机房改造过程中的环境影响，污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

噪声：主要来自于改造、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 数字减影血管造影系统（DSA）射线装置

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

续表 9 项目工程分析与源项

/ 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：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

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。

续表 9 项目工程分析与源项

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：

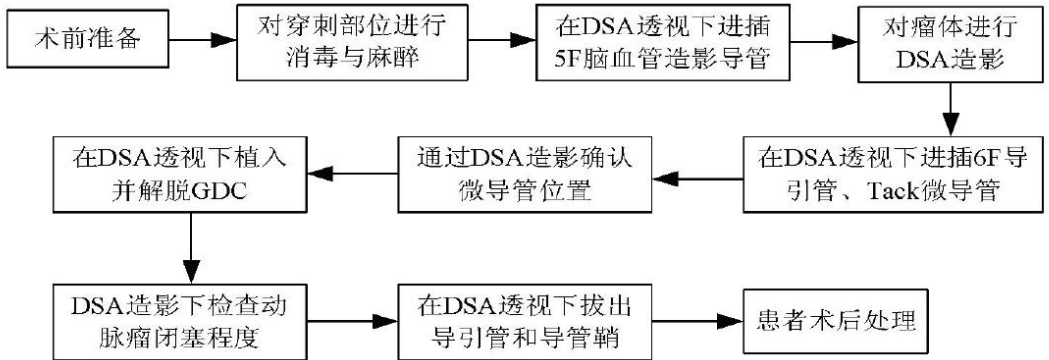


图 9-2 DSA 操作流程

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

根据湘西土家族苗族自治州肿瘤医院提供的资料，本次核技术利用扩建项目包含 1 台 DSA，工作负荷情况见下表，见表 9-1。

表 9-1 医用 X 射线装置工作负荷情况

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
DSA 机	400 人次/年	摄影	透视
		≤1s	30min
		0.11h	200h

根据检查项目，DSA 使用工作高压 30kV~120kV、工作电流 5mA~1000mA 不等。DSA 工作主要方式体现为摄影和透视，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、污染因子

续表 9 项目工程分析与源项

(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。X 射线具有较强的贯穿能力，通过人体透射的 X 射线与透过防护装置的散射 X 射线形成的 X 射线辐射。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

(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，对环境的影响可忽略不计。

(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。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，各 X 射线装置在开机期间，X 射线是污染环境的主要因子。

9.2.2 ¹²⁵I 粒子植入

①工作原理

粒子源作为植入体内近距离治疗用低能辐射源，其特点是其核素发射的射线射程短，在合理布置下辐射仅对病灶组织起作用，而对邻近正常组织辐射损伤少，避免了体外放射治疗时大量损伤正常组织的缺点，因而放射治疗产生的副作用大大降低。粒子源的有效杀伤距离约为 1.7cm，可通过金属注射植入器经表皮植入或手术中放置于肿瘤内达到治疗目的。治疗剂量取决于肿瘤的体积、肿瘤的位置以及接受治疗的历史。

¹²⁵I 粒子是由吸附着 ¹²⁵I 的一根银棒以及钛合金外壳组成，外径约 0.8mm，长度约 4.5~5.0mm，壁厚 0.05mm。密封无孔，端点焊接圆滑，无凹凸不平，结构示意图见图下，医院通过外购方式获得指定剂量 ¹²⁵I 粒子，治疗过程中只需将 ¹²⁵I 粒子放入植入器，并进行植入操作。

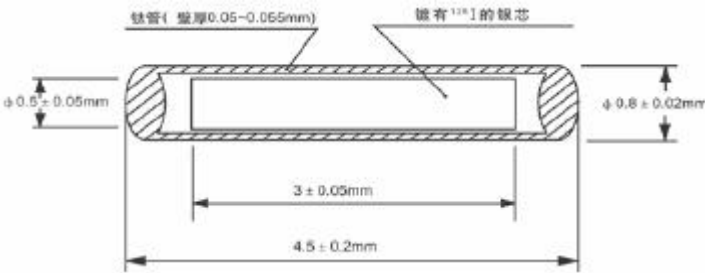


图 9-3 ¹²⁵I 粒子源结构示意图

续表 9 项目工程分析与源项

②工作流程

该医院拟使用 ^{125}I 粒子源均是根据受诊病人所需的数量预订购买，原则上医院基本不会有粒子源库存。除了个别治疗特殊需要，少量粒子源将在贮源室保险柜内暂存一天，第二天将库存的粒子用完。贮源室位于原 CT 楼一层，DSA 机房东侧，贮源室安装防盗门，配备专用保险柜，实行双人双锁管理，并配备一套监控设备，保证粒子源安全。 ^{125}I 粒子植入是借助数字减影血管造影系统提供准确的影像学资料，确定肿瘤靶区的立体治疗位置后实施粒子源植入，进行植入治疗的病人均为住院病人。医院原 CT 楼一层利用现有空置房间设单独的病房用于植入手术后的病人休息。

^{125}I 粒子植入流程：

(1) 通过 X 射线装置扫描，对肿瘤进行三维重建，根据肿瘤大小、形态和位置，选定穿刺点，设计进针路线，做好术前准备，确定进针方向和深度；

(2) 将粒子植入的剂量、所使用的 ^{125}I 粒子活度输入 TPS，计算理想的靶区内粒子分布图；

(3) 根据扫描实时图像通过改变不同体位来调节进针方向；

(4) 在粒子植入术后，再通过 X 射线装置对已植入的肿瘤靶体积进行扫描检查，确定粒子植入的数量及位置。

(5) 粒子植入术后，通过辐射剂量率检测仪器对 X 射线装置机房辐射水平进行检测，确认无粒子源遗漏在工作场所。

③工作负荷

本评价项目拟使用的 ^{125}I 粒子源的平均单颗活度约为 29.6MBq ，一次最大使用量不超过 70 粒，每个病人植入粒子源的总活度最高约为 $2.07 \times 10^9\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $2.07 \times 10^7\text{Bq}$ 。平均每日治疗 1 个病人，每年操作粒子源的天数不超过 50 天，年最大使用为 $1.035 \times 10^{10}\text{Bq}$ ；本项目粒子源随用随定，但是根据病人实际情况，考虑到需要暂存的情况，医院在植入手术室东侧设置粒子源暂存的贮存室，该贮存室采用双人双锁管理，且在门口明显位置张贴警示标识。

④产污环节

^{125}I 粒子由生产厂家消毒、灭菌后送至我院，肿瘤治疗中心进行验收合格后将

续表 9 项目工程分析与源项

放射性粒子装入专用植入器，植入器采用一次性针头，植入过程中 ^{125}I 粒子源发射的低能 X 射线、 γ 射线使工作人员受到外照射。接受治疗的病人由于身体组织中植入了放射性粒子源后短时间内成为一个辐射体，可能对周围环境中的其它人群造成外照射。

由于 ^{125}I 粒子源是长期植入体内，正常情况下不会再取出。而粒子源在植入体前是被密封在金属包壳内盛装在带铅外壳玻璃瓶中， ^{125}I 粒子包装为铝合金壳，激光密封，为密封源，具有自屏蔽，正常情况下不会污染玻璃瓶，因此本项目正常实施过程中无放射性废液产生，只产生少量的固体废物，主要为废弃植入针、操作中的一次性手套。这些废弃物均可按照普通医疗废物处置。

根据以上分析，本项目介入治疗及核医学项目污染因子见表 9-3。

表 9-3 项目主要污染因子情况表

污染物	产生场所	污染因子
辐射	介入手术室	X 射线、 γ 射线
废气		O_3 、 NO_x
放射性固废		废植入针筒，废弃粒子源

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

本项目 DSA 机房还未开始整改，未装修。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 辐射工作场所分区管理

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：

（1）控制区：DSA 机房、粒子贮存室及粒子植入专用病房以墙体和防护门为界，机房内为控制区（粒子贮存室及粒子植入后专用病房均为临时控制区）。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。以辐射安全联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：包括 DSA 机房的各辅助用房、粒子贮存室及粒子植入专用病房的走廊及其周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

10.1.2 DSA 机房辐射防护与安全措施

10.1.2.1 机房的防护

（1）根据医院现有设计情况可知，本次核技术利用项目包含的 1 个 DSA 机房用房独立。本次核技术利用项目涉及的机房的屏蔽防护见表 1-3，机房四面墙体均为 400mm 混凝土，顶棚为 200mm 混凝土，大小防护门及防护窗均设计厚度为 5mmPb。

（2）机房内建设的穿越防护墙的导线、导管等采用“U”型或者“Z”型，不影响墙体的屏蔽防护效果。

（3）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

续表 10 辐射防护与安全措施

- (1) DSA 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) DSA 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空气比释动能率进行监测，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) DSA 曝光时，应关闭与机房相通的门。
- (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 ^{125}I 粒子植入辐射安全与安全措施

^{125}I 粒子植入场所位于上述 DSA 机房内。

续表 10 辐射防护与安全措施

1、放射源安全管理

医院拟严格执行放射性 ^{125}I 粒子使用管理办法，并认真做好每一批 ^{125}I 粒子的采购、使用情况。严格执行放射性核素出入库登记制度建立核素使用管理账目，内容包括：编号、数目、活度、购源日期、到货日期、手术时间并认真做好每一批核素的采购、使用情况登记。本院 ^{125}I 粒子拟采用保险柜暂时贮存在专用贮源室内，配备双人双锁设置辐射警示标识，以加强放射源安全管理。

2、操作安全管理

医院针对拟开展的粒子源植入项目拟配置专用粒子源植入器及其整套防护器材，并配置铅围裙、手套、防护屏风等防护用品、用具。在工作中辐射工作人员做好个人的放射防护，以达到辐射防护的目的；同时，在植入粒子源的病人转移病房，以及休息期间需要离开病房时，将根据植入粒子源所在身体的部位，穿戴合适防护用具，以减少对转移过程中周围环境的公众的外照射影响。此外，应加强放射性工作人员培训，减少操作时间和避免误操作。

10.1.4 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。

5、限制病人离开专用病房，规定植入 ^{125}I 粒子源后的患者，在植入部位穿戴至少 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖和腹带，尽可能减少对周围环境中公众

续表 10 辐射防护与安全措施

的影响。对于植入粒子源的病人还应做好其它相应的个人防护措施，具体参照《低能 γ 射线粒子源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）中的“5 粒子源植入中和植入后的放射防护要求”，负责病房管理的医生根据防护要求做好病人及陪护家属的个人防护要求。

10.1.5 防护用品

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。

表 10-1 现有及拟须增加的辐射防护用品清单

说明	名称	数量	名称	数量
现有防护用品	防护铅衣	5	个人剂量报警器	1
	铅围裙	4	固定式剂量报警仪	1
	铅帽子	4	便携式剂量报警仪	2
	铅眼镜	4	病人上身防护屏	10
	铅围脖	4	--	--
需增加防护用品	防护铅衣	6	个人剂量报警器	2
	防护眼镜	6	表面污染巡测仪	1
	防护颈套	4	便携式剂量报警仪	1
	防护铅帽	4	病人上身防护屏	2
	铅屏风	2	三角巾、三角裤	2

10.2 三废治理

（1）废水治理措施

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

本项目 DSA 机房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。本次环评要求通风管网布置从非限制区到监督区到控制区，即从低浓度到高浓度收集废气然后排出。

续表 10 辐射防护与安全措施

(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

据前节工程分析介绍，本项目主要房间改造和装修。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

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，进入市政污水管网。

(3) 噪声及防治措施

主要来自于机房装修及现场处理等。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。

11.2 射线装置营运期环境影响分析

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	名称	位置	机房面积 (m ²)	机房最小单边尺寸 m)	标准要求 (m ²)	单边尺寸要求 (m)
1	DSA	原 CT 机房	43.0	4.8	≥30	≥4.5

续表 11 环境影响分析

由表 11-1 可知，各射线装置机房使用面积及最小单边尺寸均满足相应标准的要求。

11.2.2 数字减影血管造影（DSA）环境影响分析

1、机房设计情况

医院 DSA 拟建机房面积分为 43.0m²；机房的四面墙体设计为 400mm 混凝土，天棚为 200mm 混凝土；观察窗、防护门为 5mm 铅当量。

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：

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

$$H = \dot{G} \times I \times 60 \quad (2)$$

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

式中：K——减弱倍数；

H——血管造影系统额定工作条件下，X 线的输出率（Sv/h）；

I——血管造影系统额定电流（mA）；

$\dot{G}$ ——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，即管电压取值为 125kV，管电流取值为 30mA，此时 DSA 的发射率为 7.19mGy /mA.min；本次环评选取拍片模式下，最大恒定输出功率时，管电压取值为 100kV，电流为 1000mA，此时 DSA 的发射率为 4.692mGy /mA.min。

$\dot{H}$ ——屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率（Sv/h）；

R——参考点距离(m)；

q——居留因子（取 1）

U——定向因子（取 1）

续表 11 环境影响分析

②散射线:

$$\dot{H} = \frac{H \times \alpha \times q \times S}{K \times R^2 \times r^2} \quad (4)$$

式中: α ——人体散射系数, 0.0016/400cm²。

s——散射面积, 取 400cm²。

R——参考点距离(m)。

r——源皮距, 1m。

③漏射线

$$\dot{H} = \frac{H_1 \times q}{K \times R^2} \quad (5)$$

式中: H_1 ——X 漏射剂量率 (<1mGy/h) ;

④厚度:

$$d = TVL \log K \quad (6)$$

式中: TVL——材料十值层厚度 (cm) ;

d——屏蔽材料厚度 (cm)

⑤散射能量

$$E_{\gamma'} = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (7)$$

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) ;

θ ——散射角 (°) 。

(2) 核实建筑屏蔽效能采用的有关参数

由于 X 射线装置在实际应用中并不会满负荷运行, 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

续表 11 环境影响分析

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 处空气比释动能率均按 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行估算。

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

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

DSA 工作模式为透视模式时，主射线能量约 125kV，电流为 30mA；工作模式为拍片模式时，主射线能量约为 100kV，电流为 1000mA。人体散射系数： $0.0016/400\text{cm}^2$ ；散射面积 $s=400\text{cm}^2$ ；源皮距，1m。计算参数见表 11-4。

表 11-4 计算参数

核算电压 (kV)	电流 (mA)	能量 (kV)		十值层
125	30	主射线 漏射线	125	铅：0.09cm 混凝土：6.4cm
		散射线	100	铅：0.084cm 混凝土：5.5cm
100	1000	主射线 漏射线	100	铅：0.084cm 混凝土：5.5cm
		散射线	84	铅：0.063cm 混凝土：4.2cm

续表 11 环境影响分析

(5) 核算结果

医院 DSA 核算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 血管造影机房屏蔽核算结果

墙体名称	参考点 距离(m)	计算厚度		实际厚度	实际厚度下 瞬时剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	是否满足屏蔽厚度
东墙(控制室、散漏射)	3.1	透视	164mm	400mm	≈ 0	是
		拍片	180mm		≈ 0	
南墙(外走廊、散漏射)	4.2	透视	149mm	400mm	≈ 0	是
		拍片	169mm		≈ 0	
西墙(防护墙体、散漏射)	3.1	透视	164mm	400mm	≈ 0	是
		拍片	180mm		≈ 0	
北墙(准备间、散漏射)	4.2	透视	149mm	400mm	≈ 0	是
		拍片	169mm		≈ 0	
天棚(库房、散漏射)	3.0	透视	165mm	200mm	0.61	是
		拍片	181mm		0.87	
大防护门(大厅、散漏射)	3.1	透视	2.5mmPb	5mmPb	≈ 0	是
		拍片	2.7mmPb		≈ 0	
小防护门(控制室、散漏射)	3.1	透视	2.5mmPb	5mmPb	≈ 0	是
		拍片	2.7mmPb		≈ 0	
观察窗(控制室、散漏射)	3.1	透视	2.5mmPb	5mmPb	≈ 0	是
		拍片	2.7mmPb		≈ 0	

注：未标注材料的为混凝土。

(6) 机房屏蔽效能评估

根据表 11-5 计算可知，DSA 机房的四周墙体、天棚及防护门窗实际厚度能够满足要求，核算墙体外的瞬时剂量小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足辐射防护的要求。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。

11.3 ^{125}I 粒子植入环境影响分析

(1) 非密封源工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 C 提供的非密封源工作场所放射性核素日等效最大操作量计算方法，日等效最大操作

续表 11 环境影响分析

量的计算公式如下：

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作规程方式修正因子}}$$

放射性工作场所因操作放射性物质的毒性组别和操作量的不同，产生的放射性危害的机率也不同，为了便于管理，非密封性工作场所按所用放射性核素最大等效日用量并考虑操作因素分为三级。根据计算，本项目使用的放射性同位素日最大等效操作量见表 11-6。

表 11-6 非密封性物质工作场所分级

核素名称	物理形态	计划日最大操作量 (Bq)	毒性因子	操作方式	操作修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	使用场所
¹²⁵ I	固态	2.07×10 ⁹	0.1	简单操作	10	2.07×10 ⁷	核医学科
合计						2.07×10 ⁷	乙级非密封源工作场所

注：①I-125 属于中毒组，因此毒性修正因子取 0.1；

②I-125 为固体非密封放射源，主要用于对患者肿瘤部位进行植入，操作方式为简单操作，操作方式修正因子取 10。

根据该项目使用的放射性同位素的毒性组别、用量及操作因子，算出日最大等效操作总量约为 2.07×10⁷Bq，因此湘西土家族苗族自治州肿瘤医院核技术利用改扩建项目使用放射性核素为乙级非密封性工作场所，其设计、布局、内部防护设施应该满足乙级非密封源工作场所设计要求。

I-125 粒子为钛金属壳包裹的微粒状粒子，粒子植入患者肿瘤部位后便不再取出，单个粒子产生的辐射环境影响较小。该医院拟使用 ¹²⁵I 粒子源均是根据受诊病人所需的数量预订购买，原则上医院基本不会有粒子源库存。考虑到以上因素，以非密封源工作场所分级的相关要求对其进行评价，以乙级工作场所要求进行要求。

(2) 工作场所分析

由于该医院拟使用 ¹²⁵I 粒子源均是根据受诊病人所需的数量预订购买，医院基本不会有粒子源库存，医院拟在 DSA 机房东侧设置粒子源的贮源室（主要用于手术前 ¹²⁵I 粒子的暂存，考虑到个别治疗特殊需要，少量 ¹²⁵I 粒子源将在贮源

续表 11 环境影响分析

室保险柜内暂存一天，第二天将库存的 ^{125}I 粒子用完），贮源室安装防盗门，配备专用保险柜，实行双人双锁管理，保证粒籽源安全；医院原 CT 楼一层利用现有空置房间设单独的病房用于植入手术后的病人休息。

手术结束后相关辐射工作人员应对工作场所的工作台面、地面以及操作人员的衣物进行辐射水平检测，确认无粒子源遗漏在工作场所。若有破损及剩余的粒子源，由粒子源供应商当场回收处理，医院在购买粒子源前，应核实放射源供应商关于粒子源泄露、检测活度等技术检测报告的文件，并明确在医院接收离子源前关于粒子源的运输、暂存等过程的辐射安全责任由供应商负责。

(3) 运输路线评价

工作人员将消毒后由布包裹的铅屏蔽箱（内装有粒子枪、弹夹等）由原 CT 机房所在大楼门厅进入，经大厅走廊到达 DSA 植入室。整个运输路径均在 DSA 机房周边范围内，时间不大于 20s，粒子装在铅屏蔽箱内，由布包裹。考虑铅屏蔽箱 2mm 的铅当量，0.5m 处的受照剂量为 $9.8 \times 10^{-23} \mu\text{Gy/h}$ ，远低于环境本底值。只要在运送中谨慎小心，避开人流高峰期，必要时划出 I-125 粒子运送安全通道，确保粒子安全送达 DSA 植入室内。本运输线路较短，在 I-125 粒子运送过程中产生的辐射环境影响较小。

综上所述，I-125 粒子运送过程产生的辐射环境影响可以接受。

(4) 辐射影响分析

放射性核素 ^{125}I 半衰期为 60.1d，医院都是根据病例数量与生产厂家订购粒子源，因此该评价项目的粒子源植入治疗项目的辐射影响主要是植入过程工作人员受到的外照射以及植入后对病人周围环境和人群的外照射。

根据医院规划，本评价项目拟使用的 ^{125}I 粒子源的单颗活度约 29.6MBq，每个病人植入粒子源的总活度最高约为 2.07GBq。每日最多治疗 1 个病人，每年操作粒籽源的天数不超过 50 天。实施粒子源植入手术需要由 2 名肿瘤医生执行，其中医生操作过程中身体与粒籽源的直线距离约 0.5m，每次植入手术中需要近距离接触粒子源的时间大约 5 分钟。

从《低能 γ 射线粒籽源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）附录 A 中表 A.1——“距 ^{125}I 粒子源不同距离的剂量率”，

续表 11 环境影响分析

查得距离活度为 14.6MBq 的 ^{125}I 粒子源表面 1cm 处的辐射剂量率为 5mSv/h。本评价项目拟使用的 ^{125}I 粒子源单颗活度最高为 $2.96\times 10^7\text{Bq}$，每次植入粒子源的总放射性活度最高为 $2.07\times 10^9\text{Bq}$，因此根据辐射源产生的辐射剂量率与其活度成正比，与距离的平方成反比的关系可计算操作人员（医生和护士）身体所受的辐射剂量率水平。铅对 ^{125}I 射线的屏蔽半值层为 0.025mm，人体组织对 ^{125}I 射线的屏蔽半值层为 20mm，因此 0.25mm 厚的铅层能够降低 99.9%以上的辐射。如果操作人员严格执行《低能γ射线粒子源植入治疗的放射卫生防护与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）中对粒子源植入操作人员的放射防护规定，整个过程均穿着具有不小于 0.25mm 铅当量的铅防护衣，带着铅手套、铅玻璃眼镜和铅围脖等防护用品进行操作，即具有十个半值层的屏蔽厚度，可估算经过 0.25mm 铅当量的屏蔽后操作人员身体的实际受照辐射剂量率水平。同时，^{125}I 粒子包装为铝合金壳，激光密封，为密封源，具有自屏蔽。为保守预测，假设同一批操作人员（医生、护士、粒子植入工作人员）完成该院一年内所有粒子源植入手术操作，进一步估算操作人员因实施粒子源植入手术所引起的外照射个人有效剂量。 参考《中国辐射卫生 2010 年 6 月第 19 卷第 2 期--放射性粒子植入治疗的放射防护进展（赵士义）》中提供的数据：放射性粒子的辐射剂量以碘-125 为例，其活度在 $3.7\times 10^7\text{Bq}$ 时单个粒子的剂量率为距离 0.5m 时是 $135.50\times 10^{-2}\mu\text{Gy/h}$；0.65m 时是 $76.30\times 10^{-2}\mu\text{Gy/h}$；0.80m 时是 $48.80\times 10^{-2}\mu\text{Gy/h}$；1.00m 时是 $33.90\times 10^{-2}\mu\text{Gy/h}$……根据马旺扣等的监测，0.18~0.25mm 铅当量的铅衣可屏蔽 90%~99%的碘-125 放射性粒子的辐射剂量。		
表 11-7 ^{125}I 粒子植入放射工作人员剂量估算		
条件	0.5m	1.0m
无防护（全身）	0.39mSv/a	0.1mSv/a
0.5mmPb 防护	--	--
由以上计算结果可看出，^{125}I 粒子源的操作在经足够厚的屏蔽后进行，可有效降低操作人员的个人受照剂量，在医院规划的工作负荷下，实施粒子源植入治疗的操作人员在严格按照相关标准规定穿戴相应的个人防护用品后，其个人		

续表 11 环境影响分析

受照最大年有效剂量为 0.39mSv，低于剂量约束值（<4mSv/a）。同时操作者应熟悉操作步骤，用最快的速度完成，将辐射影响减少到最低程度。

医院原 CT 楼一层利用现有空置房间设单独的病房用于植入手术后的病人休息。接受治疗的病人由于身体组织中植入了放射性粒籽源后短时间内成为一个辐射体，可能对周围环境中的其它人群造成外照射。因此必须将专用病房作为辐射场所进行安全管理，根据《低能γ射线粒子源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）中对住院病人管理的相关要求，必须将植入粒子源的患者床边 1.5m 处或单人病房划为临时控制区，出于辐射防护最优化考虑，对于本评价项目中的专用病房，医院将整间专用病房划为控制区，专用病房门口设置醒目的电离辐射警示标识，禁止其他无关人员入内。同时将限制病人离开专用病房，规定植入 ¹²⁵I 粒子源后的患者，在植入部位穿戴至少 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖和腹带，尽可能减少对周围环境中公众的影响。对于植入粒子源的病人还应做好其它相应的个人防护措施，具体参照《低能γ射线粒子源植入治疗放射防护要求与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）中的“5 粒子源植入中和植入后的放射防护要求”，负责病房管理的医生根据防护要求做好病人的个人防护要求。

由于粒子源的体积较小，不易察觉。必须配备辐射剂量率检测仪器，每次进行粒子源操作后，对工作场所的工作台、地面，以及操作人员的衣物进行辐射水平检测，确认无粒子源遗漏在工作场所，保证 ¹²⁵I 粒子源植入治疗项目的安全开展。

11.4 DSA 机房职业照射人员与公众附加年有效剂量

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，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：

$$H_{E,r} = H^*(10) \times T \times t \times 10^{-3} (mSv) \tag{9}$$

其中： $H_{E,r}$ —X 或γ射线外照射人均年有效当量剂量，mSv

$H^*(10)$ ：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

T：居留因子；

t：X 或γ射线照射时间，h。

续表 11 环境影响分析

(1) 手术室医护人员

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。

介入治疗操作人员因为需在机房内操作，在 X 射线球管曝光情况下进行手术导管引导，所受到的辐射剂量相对较大。本环评通过类比引用长沙市鹏悦环保工程有限公司于 2015 年 10 月 22 日对常德市第一人民医院的 DSA 机房辐射环境现场监测数据对本项目 DSA 介入治疗操作人员进行剂量估算：

表 11-8 类比设备与本项目 DSA 对比情况

单位 类比项目	常德市第一人民医院	本项目
生产厂家/设备型号	美国 GE/LCV	日本东芝/TOSHIBA
最大管电压/最大管电流	120kV/1250mA	150kV/1000mA
手术类型	心血管手术	以心血管手术为主
手术工况	76kV, 5.7mA	约 76kV, 5.7mA

本次类比主要引用在介入手术（透视）治疗过程中，位于手术操作位处的操作医生瞬时周围剂量当量率最大值。该值主要与检测工况（即开机检测条件）、手术类型相关，因此，该组类比数据可行。

监测仪器采用 X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪，型号：RM2030，出厂编号：2338，证书编号：HNJLN2015010-39；监测报告编号为：鹏辐（监）【2015】193 号。监测结果见下表：

表 11-9 常德市第一人民医院 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）	
		拍片	透视
监测条件		拍片：75kV，150mA	透视：76kV，5.7mA
△1	铅窗表面	0.12	0.10
△2	工作人员操作位	0.11	0.11
△3	墙表面 30cm	0.09	0.10

续表 11 环境影响分析

△4-1	控制室防护门上门缝表面 30cm	0.10	0.10
△4-2	控制室防护门左侧表面 30cm	0.09	0.11
△4-3	控制室防护门中间表面 30cm	0.11	0.10
△4-4	控制室防护门右侧表面 30cm	0.12	0.10
△4-5	控制室防护门下门缝表面 30cm	0.09	0.10
△5	墙表面 30cm	0.12	0.11
△6-1	防护大门上门缝表面 30cm	0.10	0.10
△6-2	防护大门左侧表面 30cm	0.11	0.12
△6-3	防护大门中间表面 30cm	0.10	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	0.10	0.09
△7	墙表面 30cm	0.10	0.10
△8	墙表面 30cm	0.10	0.09
△9	墙表面 30cm	0.09	0.11
△10	墙表面 30cm	0.11	0.12
△11	墙表面 30cm	0.12	0.12
△12	墙表面 30cm	0.12	0.10
△13	墙表面 30cm	0.11	0.11
△14	楼上输血科病房地面	0.09	0.09
△15	楼下重症监护室房间	0.10	0.10
△16-1	第一术者操作位头部	—	61.72
△16-2	第一术者操作位胸部	—	61.86
△16-3	第一术者操作位腹部	—	73.22
△16-4	第一术者操作位下肢	—	70.07
△16-5	第一术者操作位足部	—	51.12
△17-1	第二术者操作位头部	—	50.88
△17-2	第二术者操作位胸部	—	51.12
△17-3	第二术者操作位腹部	—	62.93
△17-4	第二术者操作位下肢	—	51.27
△17-5	第二术者操作位足部	—	42.03

由上表可知，介入医生在介入手术过程中受到的最大周围剂量当量率为

续表 11 环境影响分析

73.22 μ Sv/h, 每台介入手术的时间约为 30min, 则每台手术中, 介入医生受到的剂量值为 36.61 μ Sv/台, 本次环评介入治疗医生的年有效剂量目标管理限值为 4mSv/a, 则每名医生每年最多可进行 109 台介入手术。根据医院提供的资料, 本次环评介入手术医生初步拟定增加 4 人, 届时再根据医院发展需要, 进行增减。因此, 按照最大负荷, 医院年进行介入手术约 400 台/年, 则每名医生参加介入手术台数为 100 台/年, 则年有效剂量值为 3.66mSv/a, 小于目标管理限值 4mSv/a。

此外, 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, 医院应对医务人员采取轮岗方式的管理措施, 控制个人的受照剂量满足 GB18871-2002 的要求。

(2) 操作区辐射工作人员

根据医院提供资料, 湘西土家族苗族自治州肿瘤医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 8 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。每台 DSA 年有效开机时间约为 200h。控制室操作人员位于控制室内。根据前节计算, 在控制室处的瞬时剂量估算值极小, 约为 0.0001 μ Sv/h, 可计算出控制室内工作人员在进行 DSA 介入手术时, 年附加最大有效剂量约为 0.02mSv/a, 低于评价标准 2mSv 管理目标值要求; 控制室若为粒子植入操作医生, 则年附加最大有效剂量约为 $0.02+0.026$ (mSv/a) =0.046mSv/a, 低于评价标准 2mSv 管理目标值要求。

(3) 公众剂量估算

本项目 DSA 机房周围公众成员主要位于 DSA 机房东侧大厅及楼上库房, 根据前节计算结果可知, 楼上的瞬时剂量估算值为 0.61 μ Sv/h, 居留因子为 1/4, 则每台 DSA 工作时间为 200h 来计算, 则公众成员最大年附加有效剂量为 0.031mSv/a, 小于本评价管理目标值 0.1mSv/a; 若为粒子植入手术, 则年附加最大有效剂量约为 $0.031+0.024$ (mSv/a) =0.054mSv/a, 低于评价标准 0.1mSv 管理目标值要求, 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

11.5 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；根据核算，射线装置运行后对周围公众成员的年附加有效剂量低于 0.1mSv/a ，满足评价标准要求；废气的浓度远远低于国家标准要求，对外环境影响很小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。

本项目用房最近敏感点为原 CT 楼东侧约 3m 处为医院食堂，约 8m 处为宿舍楼，南侧约 8m 处为民房，西侧约 10m 处为值班室，北侧约 6m 处为宿舍楼，西北侧约 23m 处为门诊大楼，均为医院建筑，射线装置及放射源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。

11.6 选址合理性及平面布局合理性分析

11.6.1 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加明确限制。

① 根据建设单位提供的资料和评价单位现场踏勘，项目场地内未发现滑坡、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，有利于建设。

③ 建设单位根据环评要求进行建设，项目运行后对周围环境的辐射影响满足评价标准的要求，环境可以接受。

④ 本项目所在地与周围环境敏感点均有一定的距离，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。

因此，从环境保护角度分析，本项目选址可行。

11.6.2 布局合理性分析

湘西土家族苗族自治州肿瘤医院位于吉首市东门坡。本次核技术利用扩建项目主要位于湘西土家族苗族自治州肿瘤医院原 CT 楼一层，即原 CT 机房。

续表 11 环境影响分析

原 CT 楼位于院区北侧，原 CT 楼为二层建筑，其中一层为原 CT 机房及库房等，二层为库房。拟建 DSA 机房东侧为准备间，南侧为操作间及大厅，西侧及北侧为防护墙体；粒子贮存室东侧为库房、南侧为门厅，西侧为楼梯间，北侧为通风天井间；粒子植入专用病房东侧、南侧、西侧均为墙体，墙体外为绿化带，北侧为走廊。

项目在设计各机房时充分考虑到辐射工作人员及公众成员的辐射防护及医院用地现状，满足相关规定的要求；根据平面布置可知，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。

从环境保护角度分析，项目工作场所布局合理。

11.7 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。

DSA 设备、¹²⁵I 粒子源对保障健康、拯救生命起到了重要的作用。项目营运以后，建设单位将为病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益。

因此，本项目的建设在按照环评要求进行建设后，对受电离辐射照射的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。

11.8 产业政策符合性分析

DSA 设备、¹²⁵I 粒子源的配置为疾病诊断、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。建设单位在加强管理放射设备后，其产生的影响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

续表 11 环境影响分析

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。医院放射性同位素的应用不属于其中淘汰类和限制类，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。

11.9 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。医院应按照国家各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照国家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 11-10。

表 11-10 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 11-11。

表 11-11 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
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80

续表 11 环境影响分析

1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

根据表 11-10 和表 11-11，本项目各射线装置可能发生的辐射事故等级见表 11-12。

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
¹²⁵ I-乙级非密封放射性工作场所	γ 射线	①粒子操作过程中的遗落；②偷盗、丢失事件；③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

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；放射源只有在需要治疗的时候才会购买，在院区暂存时间不超过 1 天。因此，本项目最大可能的事故主要有五种：

(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) 粒子源操作过程中遗落；

(5) 辐射工作人员未穿铅衣进行手术。

11.9.2 预防应急措施

11.9.2.1 预防应急措施

1、DSA 潜在危险及预防处理措施

续表 11 环境影响分析

(1) 门灯指示灯失效

门灯指示灯失效，DSA 机处于出线状态，人员误进入机房而受到误照射。

预防处理措施：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。

防治措施：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。

防治措施：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。

防治措施：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。

防治措施：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。

续表 11 环境影响分析

(6) 非辐射公众成员受到超剂量照射 公众成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。 防治措施：医院警示标志正确张贴，保证门灯联锁、门机联锁的有效性。 (7) 粒子操作过程中的遗落 ¹²⁵I 粒子源有密封外壳，正常操作过程不会产生放射性污染物，主要是保证熟练的操作，并采取各项相应防护措施。 对策：由于粒籽源很小，用眼睛观察一般很难找到掉落的粒子源。因此必须在操作完成后使用辐射监测仪器对工作场所进行检测，检查操作场所是否有粒子源掉落。发生掉落时，必须在操作完成后使用辐射监测仪器对工作所进行检测，找出掉落在工作场所的粒子源，在此过程应封锁现场，限制人员进出，直至找回所有掉落的粒子源。 (8) 粒子植入人体后脱落（前列腺治疗） 前列腺植入的粒子可从尿液排出。 对策：建议患者在植入粒子后的头几次，以容器接纳尿液，纱布过滤，脱出粒子应装入铅或铁皮容器内密闭，稍远离生活区域，并送返医院负责回收粒子的科室。 (9) 偷盗、丢失事件的处理 对策：a.确认偷盗、丢失事件的发生。 b.查证核素名称、数量、活度，被偷盗、丢失的可能时间、地点和嫌疑人等。 c.及时向环保、卫生部门报告，积极配合公安部门的调查。 d.写出事件处理结果报告，查找事件发生的原因及可能的环节，评估事件影响。 11.9.2.2 应急响应及演练 医院出现的辐射事故主要是辐射工作人员或工种成员受到不必要的超剂量照射。当发生事故后，应按照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。 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

续表 11 环境影响分析

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，演练完毕后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。

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) 根据医院核技术应用情况，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、污染控制盒安全防护等方面的物资和器材，具体见表 11-13。

表 11-13 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
交通工具	辐射事故应急指挥车 1 辆	保持车辆完好
监测仪器	X-γ射线巡测仪 1 台，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

续表 11 环境影响分析

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
消除污染设备	去污染消毒剂、肥皂等、棉签、抹布若干、塑料桶、塑料袋	分类放置、标签清晰、便于取放

11.9.2.3 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（直线加速器、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。

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

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，医院成立了辐射安全和环境保护管理委员会，包括了 1 名组长，1 名副组长，11 名成员（详见附件七）。

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，专兼职人员大部分为本科以上学历，有一定的管理能力。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。医院具体情况见下。

12.1.1 职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划

（1）职业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

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，目前医院介入手术拟定的工作人员情况见下表 12-1。

表 12-1 介入手术室拟新增辐射工作人员情况

序号	姓名	性别	学历	工作岗位	个人剂量剂编号	辐射安全与防护培训证号（时间）
1	张正信	男	本科	介入科	48	/
2	吴嘉辉	男	专科	介入科	49	4311020053
3	林宗彪	男	专科	介入科	41	20040160
4	韩志云	男	专科	介入科	44	4330008

续表 12 安全管理

本次核技术利用扩建项目开展后,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。本项目拟新增放射工作人员 6 人,其中,介入治疗医生 4 人,粒子植入拟新增 2 人;且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,原有工作人员基本不做调动。按照上述要求进行配置后,本项目的辐射工作人员能满足相关标准要求。

本次项目粒子植入治疗工作人员还未定,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),因此,本次环评提出,建设单位应根据上述要求,介入手术治疗医生拟定增加 4 名辐射工作人员,粒子植入拟定新增 2 人;且应至少有 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。且拟配备的人员必须经过辐射安全与防护培训合格,并进行相关工作的专业知识的职业培训,考核合格后方可上岗。医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测,每 1~2 年进行放射人员健康体检。

12.1.2 辐射工作人员的健康管理及个人剂量监测管理

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简历个人健康档案,并妥善长期保存,直至工作人员脱离放射工作后二十年。

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。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理辦法》(2007 年 11 月 1 日)规定,建立并终生保存个人剂量监测档案。现有辐射工作人员个人剂量检测报告见附件五,体检报告见附件六。

由附件可以看出,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

续表 12 安全管理

存好检验报告，由个人剂量检测报告可以看出，现有工作人员个人剂量均未出现超出本评价提出的剂量约束限值，但是，编号为 023（冉京成）的剂量计出现了季度为 13.99mSv 的超大值，远远超出放射治疗工作人员的个人剂量限值 2mSv。经过调查，该工作人员为放射治疗工作人员，个人剂量计检测值偏大是因为该工作人员在该检查佩戴期间，长期将个人剂量计放置在治疗室内，未正常佩戴；另外，由体检报告可知，3 名放射工作人员建议复查血常规，1 名技师建议补拍胸片，其他人员均鉴定为可以继续从事原放射工作。因此，本次环评建议放射科管理人员做好工作人员日常管理，定期对辐射工作者个人剂量进行检测，发现异常，及时处理，避免此种情况的再次发生，发现有工作人员超出本评价提出的年剂量约束限值，应立即停止辐射工作；另外，按照要求每两年组织一次体检，并且根据体检结果要求，组织需要复查、补查的辐射工作人员及时进行复查、补查，鉴定为可以继续从事原放射工作即可继续从事本项工作，若结果不符合要求，医院应尽快安排相应工作人员调离辐射工作岗位。

12.1.3 医院需新增环境保护管理机构

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。

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应用方面的经验，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（详见附件七）：

《放疗技术员工职责》、《放射源安全与防护管理规章制度》、《CT 室工作制度》、《CT 机房管理制度》、《CT 室防护制度》、《放射性同位素安全操作规程》、《加速器操作室及治疗室管理制度》、《SIEMENS 直线加速器使用操作规程》、《辐射事故应急制度》、《湘西自治州肿瘤医院辐射事故防范与处置预案》。上述管理制度的操作规程均能满足医院目前及本项目的辐射工作，同时，医院必须按照国务院令 449 号（2005）《放射性同位素与射线装置安全与

续表 12 安全管理

防护条例》、国家环境保护部令第 3 号（2008）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等现行要求不断修改完善上述相关制度。

12.3 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（X- γ 剂量率测量仪），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

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。

① 验收监测

设备安装到位后，应委托有资质的单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

② 日常监测（有资质的单位）

监测频率：每年一次；

监测因子：工作场所周围区域剂量当量率。

监测范围：机房防护门及缝隙处，电缆及管道的出入口，控制室，操作台等；以及机房屏蔽墙四周。

监测数据作为医院的管理依据。

医院应自行配备 X- γ 剂量率测量仪（定期进行计量检定），对射线装置与应

续表 12 安全管理

用密封源的机房内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。医院自行的日常监测要求如下表 12-2 所示。

表 12-2 医院常规监测内容一览表

监测地点	监测项目	监测频率	限值要求
个人剂量	外照射剂量	每个季度	根据评价要求
工作场所	周围剂量当量率	一年一次	参照湖南省环境地表 γ 辐射剂量率
工作场所 控制区周边	β 表面污染 γ 射线	定期	控制区 $<40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 监督区 $<4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 其他 $<0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$
射线装置机房四周及顶棚墙体、防护门外 30cm 处	周围剂量当量率	一年一次	$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$
DSA 装置机房	门机联锁、工作指示灯、警示标识	每月自检	标准要求
射线装置	设备技术性能	每年委托检测 1 次，自检 1~2 次	标准要求

12.4 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 12-3。

表 12-3 医院从事辐射活动能力评价

应具备条件	医院应落实的情况	符合情况
从事放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。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。	现有放射工作人员均参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，且考核合格。放射管理人员有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责；新增辐射工作人员应在上岗前落实培训及考核。	基本符合
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	应设置门灯联动装置，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，待落实后方可开展辐射工作。	符合
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。	专职放射工作人员应配备个人剂量计；放射工作人员及病人配备一定的防护用品，受检者不必照射的部位应配备相应的防	符合

续表 12 安全管理

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	已制定有相关制度。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《辐射事故应急预案》，并定期演	符合

12.4 辐射事故应急预案

12.4.1 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。

①X 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如果医生或者病人收到放射源的伤害或者放射源丢失、被盗、失控，或者因此粒子失控导致人员受到超过年剂量极限的照射为一般照射事故；

③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；

④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；

⑤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；

⑥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；

⑦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。

12.4.2 应急报告程序

续表 12 安全管理

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：

辐射安全管理组长电话：18507431788

市公安局电话：0743-8224055

市环保局电话：0743-8713003

市卫生局电话：0743-8222306

省环境保护厅热线：12369（24 小时） 0731-85698110

省卫生厅热线：12320 0731-84822021

湘西土家族苗族自治州肿瘤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。

综上所述,评价认为,湘西土家族苗族自治州肿瘤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》、《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。

续表 12 安全管理

表 12-4 环境保护验收一览表				
序号	验收内容	验收要求		备注
1	环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全		/
2	周围剂量当量率	在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h		GB18871-2002 GBZ130-2013
3	机房面积	DSA 机房: $\geq 30\text{m}^2$, 最小单边长度 $\geq 4.5\text{m}$ (参考)		GBZ130-2013
4	放射工作人员及管理人员	持证上岗, 培训合格		环境保护部令 第 3 号、环境保护部令 第 18 号
5	放射工作人员组成	拟新增 6 名放射工作人员: 介入治疗医生 4 人, 粒子植入场所 2 人		/
6	配套设施、设备	个人防护用品: 铅衣、铅帽、铅眼镜、铅帘、病人防护用品等详见表 10-1		GB18871-2002 GBZ130-2013
7	辐射安全防护措施	①射线装置机房门外张贴醒目电离辐射警示标志, 安装工作状态指示灯, 并实行门灯联锁, 门机联锁。 ②门与墙搭接满足要求。 ③制度上墙。 ④DSA 机房在门上设置有声、光报警; 在控制室与治疗室之间应设观察窗与对讲机。 ⑤机房应保持良好的通风和机房内不得堆放无关杂物。 ⑥粒子源贮存室安装防盗门, 配备专用保险柜, 实行双人双锁管理。 ⑦粒子植入专用病房及贮存室的醒目位置张贴警示标志。		GBZ130-2013
8	管理制度、应急措施	建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, 有关制度和预案张贴上墙
9	电离辐射	剂量限制	1、介入治疗工作人员年有效剂量 $\leq 4\text{mSv}$; 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
		表面污染	1、控制区的表面污染控制水平 $< 40\text{Bq/cm}^2$; 2、监督区的表面污染控制水平 $< 4\text{Bq/cm}^2$; 3、其他的表面污染控制水平 $< 0.4\text{Bq/cm}^2$	GB18871-2002
		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

续表 12 安全管理

10	废气	射线机房内均设置机械动力通风装置	GBZ130-2013
11	固废	废弃粒子源由厂家当场回收	GBZ133—2009

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

近年来，随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，湘西土家族苗族自治州肿瘤医院拟投资 1000 万元在原 CT 楼一层新增 1 台数字减影血管造影系统（DSA），属于 II 类射线装置，1 处乙级非密封放射性工作场所，使用核素为 ^{125}I 粒子。根据现场踏勘实际情况，本次核技术利用扩建项目利用现有建筑进行改建，其中，DSA 机房使用原有的 CT 机房进行改建， ^{125}I 粒子植入场所拟在该 DSA 设备机房内进行，目前整改工作还未开展，设备已购买，放射源还未购买。

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

根据前节分析，医院射线装置及放射源的使用对受电离辐射照射的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。

13.1.3 产业政策符合性分析

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。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）》（2013 修正）鼓励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。医院放射性同位素的应用不属于其中淘汰类和限制类，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。

续表 13 结论及建议

13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

1、选址可行性分析

根据现状监测结果，本项目场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、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，项目选址可行。

2、布局合理性分析

本项目布局在发挥核技术利用扩建项目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。医院按控制区、监督区要求进行布置。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

射线装置机房、核医学科的使用面积均满足标准要求。

(2) 墙体屏蔽的辐射防护

本项目医用 X 射线装置机房屏蔽设计情况按照本次环评建议值进行建设，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（介入治疗医生：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) 辐射防护措施

①各机房各墙体厚度按照环评的要求进行建设，防护门和观察窗的生产应由有生产资质的厂家承担。

②按照本评价提出的要求，设置相应的联锁装置、紧急停机、视频监视系统

续表 13 结论及建议

工作状态指示灯、电离辐射警示标志灯等。

③机房的过墙电缆线、管线孔以“U”型或“S”型设置,并保证机房良好的通风。

④根据需要为医生、病人配置铅围裙、铅眼镜等防护用品。

⑤所有辐射工作人员佩戴个人剂量计,并定期进行测读,建立个人剂量档案。

(2) 放射性“三废”污染防治措施

医院废水采用雨污分流,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;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,本次环评要求通风管网布置从非限制区到监督区到控制区,即从低浓度到高浓度收集废气然后排出;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,对医疗固废进行分类收集。按照医疗废物(危险废物)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。

13.1.7 辐射与环境保护管理

医院成立了辐射防护管理委员会,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,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,湘西土家族苗族自治州肿瘤医院切实按照相关要求建设后,医院放射性同位素及射线装置应用、放射源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。湘西土家族苗族自治州肿瘤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,本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 建议

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。

续表 13 结论及建议

- 2、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。
- 3、加强工作人员的辐射防护及管理，工作人员必须正确佩戴个人剂量计。
- 4、加强日常贮存废物的储存室的管理，按照时间先后顺序对废物进行及时处理。
- 5、医院应加强内部管理，合理使用各放射性同位素和医用 X 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。

13.3 要求

- 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、在项目运行前，医院必须组织好放射工作人员岗位，并安排未参加辐射防护培训的工作人员进行培训，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、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。
- 4、负责 DSA 介入手术的医护人员、¹²⁵I 验收、装源和植入工作的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。
- 5、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。
- 6、医院应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定变更辐射安全许可证，在未变更辐射安全许可证前，不得开展未经许可的辐射相关工作。

附 录

附图

- 附图一 项目现场照片
- 附图二 项目所在地地理位置图
- 附图三 医院总平面布置图
- 附图四 项目周边环境保护目标图
- 附图五 原 CT 楼改建前平面布置图
- 附图六 原 CT 楼改建后平面布置图
- 附图七 改建后 DSA 拟安装地平面布置图

附件

- 附件一 授权委托书
- 附件二 现状监测质量保证单
- 附件三 《长沙市鹏悦环保工程有限公司检测报告》（鹏辐（检）【2016】68 号）
- 附件四 辐射安全许可证正副本复印件
- 附件五 现有辐射工作人员个人剂量计检测报告
- 附件六 现有辐射工作者体检报告
- 附件七 辐射防护相关管理制度
- 附件八 湖南省环境保护厅关于本院现有核技术利用项目的审批意见（2006 年 1 月、湘环评表【2008】38 号）

附表

- 附表一 建设项目环境影响评价审批登记表