

核技术利用建设项目

卧龙湖康疗中心 ^{125}I 粒子植入及医用 射线装置应用项目环境影响报告表

(公示本)

自贡市中医医院

二〇一八年八月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

卧龙湖康疗中心 ^{125}I 粒子植入及医用 射线装置应用项目环境影响报告表

建设单位：自贡市中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：自贡市大安区马冲口街 59 号

邮政编码：643000

联系人：***

电子邮件：***@qq.com

联系电话：***

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	12
表 3 非密封放射性物质.....	12
表 4 射线装置.....	13
表 5 废弃物.....	15
表 6 评价依据.....	16
表 7 保护目标与评价标准.....	18
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	32
表 11 环境影响分析.....	47
表 12 辐射安全管理.....	66
表 13 结论与建议.....	71
表 14 审批.....	76

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 本项目总平面布置及外环境关系图；
- 附图 3 1 号楼一层平面布置图（部分，放射科）；
- 附图 4 1 号楼三层平面布置图（部分，口腔科）；
- 附图 5 1 号楼三层平面布置图（部分，超声检查区）；
- 附图 6 1 号楼四层平面布置图（部分，手术部）；
- 附图 7 1 号楼八层平面布置图（部分，肿瘤科）；
- 附图 8 1 号楼九层平面布置图（部分，肿瘤科）；
- 附图 9 1 号楼二层平面布置图（部分，体检中心）。

附件：

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 环境影响评价执行标准（自环标准[2018]10 号）；
- 附件 3 无辐射事故发生的情况说明；
- 附件 4 辐射安全许可证复印件；
- 附件 5 关于成立辐射防护领导小组的通知（中医办发[2017]103 号）；
- 附件 6 关于近一年度辐射工作人员个人剂量监测报告；
- 附件 7 辐射工作人员培训情况；
- 附件 8 2018 年年度监测报告；
- 附件 9 医院本部 ^{125}I 粒子植入及医用射线装置应用项目环评及竣工环保验收情况；
- 附件 10 本项目辐射环境监测报告；
- 附件 11 《卧龙湖康疗中心一期建设工程项目环境影响报告书》的批复；
- 附件 12 本项目相关资料的确认文件。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		卧龙湖康疗中心 ¹²⁵ I 粒子植入及医用射线装置应用项目			
建设单位		自贡市中医医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		自贡市大安区马冲口街 59 号			
项目建设地点		自贡市高新区卧龙大道南侧卧龙湖康疗中心内			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资 (万元)	***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例	***
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 m ²	***
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			
	项目概述				
一、 建设单位情况					
<p>自贡市中医医院（统一社会信用代码：125102004509034771）是一所集医疗、教学、科研、预防保健于一体的国家三级甲等中医医院。医院占地面积29.2万m²，业务用房3.6万m²，编制病床总数600张。院本部地处大安区马冲口街，在檀木林街和汇东新区分别建立有分院，在卧龙大道南侧建立有卧龙湖康疗中心。</p> <p>医院在岗职工737人，高级专业技术人员115人，中级技术人员142人，硕士研究生40人。医院拥有全国老中医药专家、享受国务院特殊津贴专家、省市名中医、省中</p>					

医药管理局学术技术带头人等名医名家32人。

医院科室设置齐全，技术力量雄厚，开设有内科、外科、妇产科、儿科、骨伤科、肛肠科、针灸科、推拿科、皮肤科、药剂科、放射科、检验科、功能检查科等34个临床、医技科室。

医院检查手段完备，医疗设备先进，拥有CT、DR、超声、电子腹腔镜、电子支气管镜、电子胃肠镜、全自动生化分析仪、全自动化学发光测定仪、血液透析机、有创呼吸机、无创呼吸机、制剂设备等医疗诊疗设备以及层流手术室。

医院持有四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00584]号），许可的种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所；发证日期：2018年5月2日，有效期至2023年5月1日，具体情况见本报告原有污染情况说明。

（一）任务由来

近年来随着卫生事业的发展和人民群众对医疗服务的需求提高，同时自贡市中医医院作为自贡市“三级医疗服务网”的中心，承担着病员的双向转诊，新技术、新项目的引用和康复医疗任务，目前医院的规模和基础设施已远远不能适应形势发展的需求。为了更好的改善医院医疗服务环境，医院决定在自贡市卧龙湖国际旅游区卧龙大道南侧地块建设“卧龙湖康疗中心一期工程项目”。自贡市中医医院卧龙湖康疗中心一期工程项目已进行了环境影响评价，并取得了环评批复，批复文号为自环准许新[2014]69号。

为了满足医院的发展需求，提高医疗服务质量，满足患者的治疗需要，医院在卧龙湖康疗中心安装使用1台数字减影血管造影机（简称“DSA”）、4台X射线数字摄影系统（简称“DR”）、1台动态X射线数字摄影系统（简称“DRF”）、2台X射线计算机断层扫描设备（简称“CT”）、1台乳腺钼靶X射线机、1台骨密度X射线机、1台牙片机、1台口腔全景X射线影像诊断机、2台移动C形臂；拟在卧龙湖康疗中心1号楼一层CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室和超声（1）室开展¹²⁵I粒子植入项目，¹²⁵I粒子年用量为 2.22×10^{12} Bq，日实际最大操作量为 1.776×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 1.776×10^7 Bq。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中

《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令 第 18 号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 第 44 号）和《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》（生态环境部令 第 1 号）规定，本项目应编制环境影响报告表。根据四川省环境保护厅《关于调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2018 年第 4 号文），本项目应报自贡市环境保护局审查批准。因此，自贡市中医医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件 1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就该项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程建设内容及规模

肿瘤科：医院在肿瘤科开展 ^{125}I 粒子植入项目，用于治疗全身各部位实体肿瘤，涉及场所主要包括：在 1 号楼一层 CT（1）室和 CT（2）室、1 号楼四层手术（9）室和手术（10）室、1 号楼三层超声（1）室开展 ^{125}I 粒子植入手术；在 1 号楼一层设有粒子储存室、粒子分装室和放射性废物室；在 1 号楼八层设有粒子计划室；在 1 号楼九层设有专用病房两间。单粒 ^{125}I 粒子放射性活度为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ （0.8mCi）， ^{125}I 粒子年用量 $2.22 \times 10^{12} \text{Bq}$ （75000 粒），日等效最大操作量为 $1.776 \times 10^7 \text{Bq}$ 。CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室、粒子储存室和粒子分装室均属于丙级非密封放射性物质工作场所。

放射科：①医院在 1 号楼一层 DSA 机房内安装使用 1 台 DSA（II 类射线装置），该射线装置型号待定，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA。DSA 机房面积为 57.43m^2 ，在 DSA 机房旁设有控制室、设备间、污物间、导管库、恢复室、更衣室、抢救/增强准备间。②在 1 号楼一层 DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室内各安装

使用 1 台 DR（Ⅲ类射线装置），DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室面积分别为 35.76m²、38.34m²、38.34m²，共用 1 个控制走廊。③在 1 号楼一层 DRF 室内安装使用 1 台 DRF（Ⅲ类射线装置），DRF 室面积为 37.22m²，旁边设有 1 间控制室。④在 1 号楼一层钼靶机房内安装使用 1 台乳腺钼靶 X 射线机（Ⅲ类射线装置），钼靶机房面积为 19.84m²，旁边设有 1 间控制室。⑤在 1 号楼一层骨密度机房内安装使用 1 台骨密度 X 射线机（Ⅲ类射线装置），骨密度机房面积为 21.15m²，旁边设有 1 间控制室。⑥在 1 号楼一层 CT（1）室和 CT（2）室内各安装 1 台 CT（Ⅲ类射线装置），CT（1）室、CT（2）室面积分别为 36.48m²、39.11m²，共用 1 个控制走廊。

口腔科：①在 1 号楼三层全景 CT 室内安装使用 1 台口腔全景 X 射线影像诊断机（Ⅲ类射线装置），全景 CT 室面积为 13.69m²，旁边设有 1 间控制室。②在 1 号楼三层牙片机室内安装使用 1 台牙片机（Ⅲ类射线装置），牙片机室面积为 13.69m²，旁边设有 1 间控制室。

手术部：在 1 号楼四层手术（9）室、手术（10）室内各安装使用 1 台移动 C 形臂（Ⅲ类射线装置），用于拍片使用，手术（9）室、手术（10）室面积分别为 42.6m²、34.84m²，共用 1 间控制室。

体检中心：在 1 号楼二层 DR 室内安装使用 1 台 DR（Ⅲ类射线装置），DR 室面积为 26.70m²，旁边设有 1 间控制室。

DSA 机房、DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、DRF 室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）室、全景 CT 室、牙片机室、手术（9）室、手术（10）、DR 室四周墙体为 370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，屏蔽门为 4mm 铅当量，观察窗为 3.6mm 铅当量。粒子储存室、粒子分装室和放射性废物室四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为防盗门；超声（1）室四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为普通木门；病房四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为普通木门。

本项目所用射线装置采用数字成像，不使用显、定影液和胶片，因此本项目不产生废显、定影和废胶片。项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题		
		施工期	运营期	
主体工程	肿瘤科	在 1 号楼一层 CT (1) 室和 CT (2) 室、1 号楼四层手术 (9) 室和手术 (10) 室、1 号楼三层超声 (1) 室开展 ^{125}I 粒子植入手术;在 1 号楼设有粒子储存室、粒子分装室、放射性废物室、粒子计划室和 2 间专用病房。单粒 ^{125}I 粒子放射性活度为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ (0.8mCi), ^{125}I 粒子年用量 $2.22 \times 10^{12} \text{Bq}$ (75000 粒), 日等效最大操作量为 $1.776 \times 10^7 \text{Bq}$ 。CT (1) 室、CT (2) 室、手术 (9) 室、手术 (10) 室、超声 (1) 室、粒子储存室和粒子分装室均属于丙级非密封放射性物质工作场所。	噪声、扬尘、废水、固体废物	Γ 射线、X 射线、 ^{125}I 废弃粒子
	放射科	①医院在 1 号楼一层 DSA 机房内安装使用 1 台 DSA (II 类射线装置), 该射线装置型号待定, 额定管电压为 125kV, 额定管电流为 1000mA; ②在 1 号楼一层 DR (1) 室、DR (2) 室、DR (3) 室内各安装使用 1 台 DR; ③在 1 号楼一层 DRF 室内安装使用 1 台 DRF; ④在 1 号楼一层钼靶机房内安装使用 1 台乳腺钼靶 X 射线机; ⑤在 1 号楼一层骨密度机房内安装使用 1 台骨密度 X 射线机; ⑥在 1 号楼一层 CT (1) 室和 CT (2) 室内各安装 1 台 CT。DSA 属于 II 类射线装置, DR、DRF、乳腺钼靶 X 射线机、骨密度 X 射线机、CT 均属于 III 类射线装置。		X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
	口腔科	①在 1 号楼三层全景 CT 室内安装使用 1 台口腔全景 X 射线影像诊断机; ②在 1 号楼三层牙片机室内安装使用 1 台牙片机。口腔全景 X 射线影像诊断机、牙片机属于 III 类射线装置。		
	手术部	在 1 号楼四层手术 (9) 室、手术 (10) 室内各安装使用 1 台移动 C 形臂, 移动 C 形臂属于 III 类射线装置。		
	体检中心	在 1 号楼二层 DR 室内安装使用 1 台 DR, DR 属于 III 类射线装置。		
辅助工程	控制室、设备间、污物间、导管库、恢复室、更衣室、抢救/增强准备间		—	
公用工程	卫生间、过厅、过道		生活垃圾、生活污水	
办公及生活设施	办公室		生活垃圾	
仓储或其它	其他用房		生活垃圾、生活污水	

(四) 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	400L	外购	碘苯六醇
	¹²⁵ I 粒子	2.22×10 ¹² Bq (75000 粒)	外购	—
能源	煤 (T)	—	—	—
	电(kW·h)	20000 度	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	30000m ³	市政水网	—
	地下水	—	—	—

(五) 本项目所涉及的医用射线装置

本项目涉及医用射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置清单表

序号	装置名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年出束时间	使用场所	备注
1	DSA	待定	待定	125kV 1000mA	II	拍片 5h、透视 45h; 单台手术最长出束 时间 10min	1 号楼一层 DSA 机房	拟购
2	DR	待定	待定	待定	III	100h	1 号楼一层 DR (1) 室	拟购
3	DR	待定	待定	待定	III	100h	1 号楼一层 DR (2) 室	拟购
4	DR	待定	待定	待定	III	100h	1 号楼一层 DR (3) 室	拟购
5	DR	待定	待定	待定	III	100h	1 号楼二层 DR 室	拟购
6	乳腺钼靶 X 射线机	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼一层钼 靶机房	拟购
7	骨密度 X 射线机	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼一层骨 密度机房	拟购
8	CT	待定	待定	待定	III	110h	1 号楼一层 CT (1) 室	拟购
9	CT	待定	待定	待定	III	110h	1 号楼一层 CT (2) 室	拟购
10	DRF	待定	待定	待定	III	100h	1 号楼一层 DRF 室	拟购
11	口腔全景 X 射线影像诊断机	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼三层全 景 CT 室	拟购
12	牙片机	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼三层牙	拟购

							片机室	
13	移动 C 形臂	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼四层手术 (9) 室	拟购
14	移动 C 形臂	待定	待定	待定	III	60h	1 号楼四层手术 (10) 室	拟购

(六) 本项目医用核素及使用情况一览表

本项目 ^{125}I 粒子植入用药情况及特性见表 1-4、表 1-5； ^{125}I 粒子工作场所级别情况见表 1-6。

表 1-4 本项目 ^{125}I 粒子植入用药情况表

名称	物理性状	诊断治疗项目	每粒剂量	使用量	年治疗人数	给药方式
^{125}I 粒子	固态	全身各部位实体肿瘤	$2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ (0.8mCi)	$1.776 \times 10^9 \text{Bq/人}$ (48 mCi/人)	1250 人	植入

表 1-5 本项目 ^{125}I 粒子特性表

名称	半衰期	衰变方式 (分支比/%)	粒子能量/MeV (强度/%)	主要 γ 射线能量/MeV (强度)
^{125}I 粒子	60.1d	EC (100)	-	$0.0355(7 \times 10^{-2})$ 0.00275 X

表 1-6 ^{125}I 粒子工作场所级别情况表

工作场所	名称	年用量 (Bq)	日实际最大操作量 (Bq)	毒性组别及其修正因子	操作方式与源状态修正因子	日等效最大操作量 (Bq)	工作场所级别
1 号楼一层 CT (1) 室	^{125}I 粒子	2.22×10^{12}	1.776×10^{10}	中毒	很简单操作	1.776×10^7	丙级
0.1				100			
1 号楼一层 CT (2) 室			1.776×10^{10}	中毒	很简单操作	1.776×10^7	
0.1				100			
1 号楼四层手术 (9) 室			1.776×10^{10}	中毒	很简单操作	1.776×10^7	
0.1				100			
1 号楼四层手术 (10) 室			1.776×10^{10}	中毒	很简单操作	1.776×10^7	
0.1				100			
1 号楼三层超声 (1) 室	1.776×10^{10}	中毒	源的贮存	1.776×10^6			
0.1		1000					
1 号楼一层粒子储存室	1.776×10^{10}	中毒	很简单操作	1.776×10^7			
0.1		100					

由表1-6可知，进行 ^{125}I 粒子植入手术的CT (1) 室、CT (2) 室、手术 (9) 室、手术 (10) 室、超声 (1) 室、粒子储存室、粒子分装室属于丙级非密封放射性物质工作场所。按国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

的规定，应参照Ⅲ类密封型放射源工作场所的相关要求，实施辐射安全管理。

(六) 工作人员配置情况

医院卧龙湖康疗中心所涉及医用射线装置需配备20人，其中医生4人，护士2人，技师14人；¹²⁵I 粒子植入项目需配备医生3名、护士11名。今后，医院可根据开展的项目情况做适当调整。

工作制度：医院实行 8 小时工作制度，周工作日为 5 天，临床科室 24 小时轮流值班。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录(2011 年本)>有关条款的决定》(国家发展改革委 2013 年第 21 号令)相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。本项目的运营可为自贡市病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有放射性实践的正当性。

三、本项目外环境及总图布置合理性分析

(一) 外环境及选址的合理性

自贡市中医医院卧龙湖康疗中心位于自贡市卧龙湖国际旅游区卧龙大道南侧。根据现场调查，卧龙湖康疗中心北侧为卧龙大道，90m 处为中港·燊海森林住宅小区；东侧和西侧紧邻规划道路，200m 评价范围内为山体；南侧 200m 范围内为山体。卧龙湖康疗中心外环境关系见附图 2。

卧龙湖康疗中心紧邻卧龙大道和规划道路，有利于卧龙湖康疗中心和外界的联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。卧龙湖康疗中心将涉及的放射性同位素和医用射线装置使用场所集中布置，不仅方便患者治疗，而且对集中统一管理和防护都能起到积极作用。按照国家相关规定和国内外通用范例，可在城市市修建。因此，本评价认为其选址是合理的。

(二) 总平面布局合理性分析

本项目所涉及的工作场所均位于卧龙湖康疗中心 1 号楼。该建筑位于医院中部，

其东侧为中医植物园林百草园、南侧为医院绿化静心园、西侧为院内道路和 2 号楼、北侧为中医文化广场。

DSA 机房位于卧龙湖康疗中心 1 号楼一层，北侧为污物间、导管库，南侧为设备间、控制室，西侧为 DRF 室、控制室，东侧为通过间、恢复室、抢救/增强准备室、卫生间，楼上为室外坡道，楼下为地下车库。

DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（1）室、DRF 室均位于卧龙湖康疗中心 1 号楼一层，其北侧为患者通道、值班室、更衣室、医生办公室，南侧为控制室、设备间、库房，西侧为控制室、准备室、MRI 机房，东侧为 DSA 机房、等候区。

全景 CT 室、牙片室位于卧龙湖康疗中心 1 号楼三层，北侧为控制室，南侧为治疗室，西侧为等候区、护士站，东侧为治疗室。

手术（9）室、手术（10）室位于卧龙湖康疗中心 1 号楼四层，北侧为腔镜手术室及其配套用房，南侧为消防通道、电梯、楼梯，西侧为设备间、控制室，东侧为手术（11）室、手术（12）室。

粒子储存室、粒子分装室和放射性废物室位于卧龙湖康疗中心 1 号楼一层，北侧为通道，南侧为负压吸引室，西侧为外墙，东侧为集水坑和废弃物储存室；超声（1）室位于卧龙湖康疗中心 1 号楼三层，其北侧为心电（2）室、心电（3），南侧为超声介入室、病人准备室、超声（6）室，西侧为超声（2）室，东侧为等候区、护士站；粒子计划室位于卧龙湖康疗中心 1 号楼八层；专用病房位于卧龙湖康疗中心 1 号楼九层西北角，南侧为过道和楼梯间，东侧为更衣室、办公室。

本项目各辐射工作场所设有专用的候诊区域，就诊通道，医生用房独立成区，病人、医生流线尽量互不交叉。卧龙湖康疗中心总图布置时已考虑了项目特点和周围环境对本项目可能存在的影响，使各科室病人能够就近诊疗，这样既方便了诊疗，又使辐射工作场所相对集中，以便于卧龙湖康疗中心对粒子植入相关用房和医用射线装置相关用房的集中统一管理。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理的。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院本部 ^{125}I 粒子植入及医用射线装置应用项目于 2016 年 9 月进行了环境影响

评价，并取得了环评批复，批复文号为川环审批[2016]244号。具体内容包括：开展¹²⁵I粒子植入项目，使用1台DSA、1台DR、1台CR、1台CT和1台移动C臂。医院于2017年7月进行了竣工环保验收，验收时DSA和CR未建设，批复及验收意见见附件9。

医院持有四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00584]号），许可的种类和范围为：使用III类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所；发证日期：2018年5月2日，有效期至2023年5月1日，具体情况见表1-7、1-8。

表 1-7 医院已获许可使用的放射性同位素表

工作场所	场所等级	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类
自贡市大安区马冲口街59号核医学科	乙级	¹²⁵ I 粒子源	1.776×10 ⁹	2.220×10 ¹²	使用

表1-8 医院已获许可使用的医用射线装置表

序号	装置名称	型号	主要参数	管理类别	工作场所
1	DR	Multix Select	130kV 100mA	III类	本部新建放射科工作场所一层DR室
2	CT	Optime CT680 Exper	140kV 500mA	III类	本部新建放射科工作场所一层CT室
3	移动C臂	HML-50C	220kV 23mA	III类	本部1号楼9层手术4室
4	牙科X射线机	BAY68 (M)	220kV 20mA	III类	本部新建放射科工作场所一层牙片室
5	CR	HF50	120kV 100mA	III类	汇东新区分院二层放射科
6	CR	HF50	120kV 100mA	III类	檀木林街分院一层放射科

(二) 辐射工作人员培训情况

自贡市中医医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院共有39名辐射工作人员，有34人参加了辐射安全与防护培训学习，并取得《辐射安全培训合格证》。

环评要求：医院应加强管理，尽快安排其余辐射工作人员参加辐射安全和防护知识培训，并取得辐射安全培训合格证，持证上岗；如果培训时间超过4年有效期，应参加复训。

(三) 开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）和《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18号）要求建立个人剂量档案。

医院有专人负责个人剂量检测管理工作。在2017年第三季度和第四季度、2018年第一季度和第二季度个人剂量统计整理过程中，各个季度个人剂量约束值均未超过1.25mSv。

2、工作场所辐射水平监测

根据环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，自贡市中医医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行了监测。医用射线装置使用场所，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上和楼下、防护门和观察窗外）、控制室进行监测，监测数据记录存档。自贡市中医医院委托成都中辐环境监测测控技术有限公司开展了2018年度辐射环境现状监测。

根据《监测报告》（中辐环监[2018]第 RM0022号），医用射线装置正常曝光时，其控制室和周围环境的 X- γ 射线空气吸收剂量率低于2.5 μ Sv/h 控制目标值。

环评要求：医院对辐射工作场所进行定期监测，监测周期和频率根据射线装置的实际操作使用情况而定，监测数据应存档备案。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
1	¹²⁵ I 粒子	粒子源、半衰期 60.1d、中毒	使用	1.776×10 ¹⁰	1.776×10 ⁷	2.22×10 ¹²	用于开展 ¹²⁵ I 粒子植入	器械植入	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 CT (1) 室和 CT (2) 室、1 号楼四层手术 (9) 室和手术 (10) 室、1 号楼三层超声 (1) 室	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层粒子储存室
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 类射线装置	1	待定	125kV	1000mA	介入治疗、诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DSA 机房	拟购
2	DR	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DR (1) 室	拟购
3	DR	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DR (2) 室	拟购
4	DR	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DR (3) 室	拟购
5	DR	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼二层 DR 室	拟购
6	乳腺钼靶 X 射线机	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层钼靶机房	拟购
7	骨密度 X 射线机	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层骨密度机房	拟购
8	CT	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 CT (1) 室	拟购
9	CT	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 CT (2) 室	拟购
10	DRF	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DRF 室	拟购
11	口腔全景 X 射线影像 诊断机	III 类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心 1 号楼三层全景 CT 室	拟购

12	牙片机	III类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心1号楼三层牙片机室	拟购
13	C形臂	III类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心1号楼四层手术(9)室	拟购
14	C形臂	III类射线装置	1	待定	待定	待定	诊断	卧龙湖康疗中心1号楼四层手术(10)室	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 (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	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废 ¹²⁵ I 粒子	固态	¹²⁵ I	—	—	0~5.92×10 ⁸ Bq (0~20 粒)	—	卧龙湖康疗中心放射性废物室保险柜内	由生产厂家回收
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

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，年排放总量为 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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 9 月 1 日实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）和《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》（生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日实施）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第 18 号令；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2017 年修订，环保部第 31 号令；</p> <p>(10) 《射线装置分类办法》》，环境保护部公告 2017 年第 66 号；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号；</p> <p>(12) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(13) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《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与格式》（HJ10.1—2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p>

	<p>(5) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）；</p> <p>(6) 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）；</p> <p>(7) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(8) 《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2017）；</p> <p>(9) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>(10) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；</p> <p>(11) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(12) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）；</p> <p>(13) 《低能γ射线粒子源植入治疗的放射防护与质量控制检测规范》（GBZ178-2014）。</p>
其他	<p>(1)《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料；</p> <p>(3) 《关于加强辐射工作人员剂量管理的通知》（川环办[2010]49 号）；</p> <p>(4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》（2012 年 3 月）；</p> <p>(5) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号。</p>

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）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以辐射工作场所建筑实体为边界，半径 50m 内区域作为评价范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	距辐射源最近距离(m)	人数/天	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DSA 机房	DSA 机房内手术医生	0.3	4	职业照射	5.0
	DSA 机房内护士	0.3	2	职业照射	5.0
	控制室内的技师（南侧）	2.0	1	职业照射	5.0
	污物间、导管库其他医护人员（北侧）	≥3.0	2	公众照射	0.1
	设备间其他医护人员（南侧）	≥3.0	2	公众照射	0.1
	DRF 室其他医护人员和患者（西侧）	≥2.5	流动	公众照射	0.1
	通过间、恢复室、抢救/增强准备室、卫生间其他医护人员和患者（东侧）	≥2.5	流动	公众照射	0.1
	室外坡道其他人员（楼上）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
地下车库其他人员（楼下）	≥3.0	流动	公众照射	0.1	
卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）室、DRF 室	控制室技师	2.0	8	职业照射	5.0
	患者通道、值班室、更衣室、医生办公室其他医护人员和患者（北侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	设备间、库房其他医护人员（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	准备室、MRI 机房其他医护人员和患者（西侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	DSA 机房、等候区其他医护人员和患者（东侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
卧龙湖康疗中心 1 号楼二层 DR 室	控制室技师	2.0	1	职业照射	5.0
	过道其他医护人员和患者（四周）	≥3.0	流动	公众照射	0.1

卧龙湖康疗中心 1号楼三层全景 CT室、牙片室	控制室技师（北侧）	2.0	2	职业照射	5.0
	治疗室其他医护人员和患者（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	等候区、护士站其他医护人员和患者（西侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	治疗室其他医护人员和患者（东侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼四层手术 (9)室、手术 (10)室	腔镜手术室及配套用房其他医护人员和患者（北侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	消防通道、电梯、楼梯其他医护人员和患者（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	设备间、控制室技师（西侧）	2.0	2	职业照射	5.0
	手术（11）室、手术（12）室其他医护人员和患者（东侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼一层粒子 储存室、粒子分 装室和放射性废 物室	进行粒子植入手术的医生	0.3	3	职业照射	5.0
	通道其他医护人员（北侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	负压吸引室其他医护人员（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	废弃物储存室工作人员（东侧）	3.0	3	公众照射	0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼三层超声 (1)室	超声（1）室医生	0.3	3	职业照射	5.0
	心电（2）室、心电（3）其他医护人员和患者（北侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	超声介入室、病人准备室、超声（6）室其他医护人员和患者（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	超声（2）室其他医护人员和患者（西侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
	等候区、护士站其他医护人员和患者（东侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼九层专用 病房	专用病房护士	0.3	11	职业照射	5.0
	更衣室和医生办公室工作人员	3.0	10	公众照射	0.1
	过道和楼梯间其他医护人员、患者和陪护人员（南侧）	≥3.0	流动	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

(2) 废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处理标准。

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）表 1《建筑施工场界环境噪声排放限值》中的标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

（一）剂量约束值

1、职业人员和公众

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.3.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 1/4 执行，即 5mSv/a；四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为 125mSv。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

2、接受核素治疗患者的陪护及探视人员

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，对于明知会受到照射却自愿帮助护理、支持和探视、慰问正在接受医学诊断或治疗的患者的人员，其在治疗期间的受照剂量应不超过 5mSv/a。探视患者的儿童所受剂量应限制于 1mSv/a 以下。

（二）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）有关规定，医用射线装置工作场所和操作放射性核素场所屏蔽结构外 30cm 处的辐射剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目所在地 γ 辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省辐安环境监测有限公司于 2017 年 10 月 24 日按照委托单位要求对自贡市中医医院卧龙湖康疗中心 ^{125}I 粒子植入及医用射线装置应用项目进行了环评监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源	探测限	备注
X- γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-93	1nSv/h	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标
	《辐射环境监测技术规范》	HJ/T61-2001		

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	技术指标	检定情况	
γ 辐射剂量率	FH40G 多功能辐射测量仪 编号: Zysb235-0524	能量响应： 40keV~4.4MeV 测量范围： 1nSv/h~100 μ Sv/h	仪器检定: 合格 检定单位： 中国测试技术研究院 有效期限: 2017.9.18~ 2018.9.17	符合仪器使用条件

二、质量保证

本项目辐安环境监测有限公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川省辐安环境监测有限公司质量管理体系：

(1) 计量认证

从事监测的单位四川省辐安环境监测有限公司通过了四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：182312050290）。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。

三、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下所述：

表 8-3 拟建辐射工作场所及周围环境 γ 辐射剂量率 单位：nSv/h

编号	γ 辐射剂量率		监测位置
	平均值	标准差	
1	108.7	1.8	卧龙湖康疗中心 1 号楼处
2	112.3	1.2	卧龙湖康疗中心 1 号楼北侧
3	104.2	1.4	卧龙湖康疗中心 1 号楼西北侧
4	101.4	1.1	卧龙湖康疗中心 1 号楼东北侧
5	105.5	1.4	卧龙湖康疗中心 1 号楼东侧
6	106.7	1.5	卧龙湖康疗中心 1 号楼南侧
7	104.6	1.4	卧龙湖康疗中心 1 号楼西侧

由监测报告可知，项目所在区域的 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 0.1026~0.1594 μ Sv/h，与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）中自贡市室外 γ 辐射空气吸收剂量率（0.0111~0.2000） μ Gy/h 基本一致，属于正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

为了更好的改善医院医疗服务环境，医院决定在自贡市卧龙湖国际旅游区卧龙大道南侧地块建设“卧龙湖康疗中心一期工程项目”，该项目总建筑面积为70230平方米，编制床位298张。自贡市中医医院卧龙湖康疗中心一期工程项目已进行了环境影响评价，并取得了环评批复，批复文号为自环准许新[2014]69号，本项目辐射工作场所土建施工的环境影响包含在卧龙湖康疗中心一期工程项目环境影响评价中。

自贡市中医医院卧龙湖康疗中心一期工程正在施工建设，本项目所涉及的辐射工作场所施工时会产生扬尘、噪声、废水及固体废物。施工期工艺流程及污染物产生环节见图9-1。

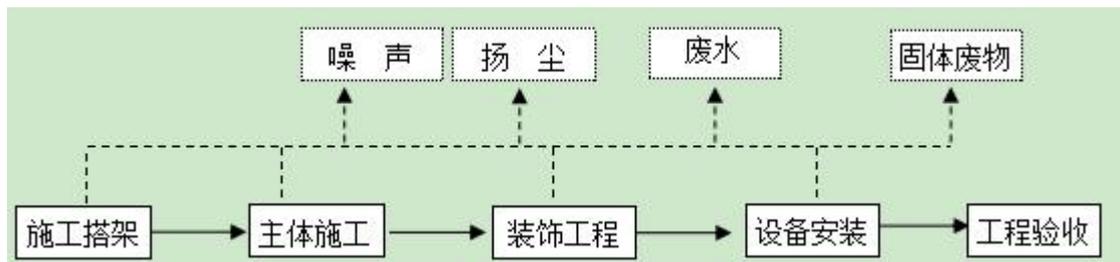


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

二、运营期污染源项分析

（一）数字减影血管造影装置（DSA）

本项目在医院卧龙湖康疗中心1号楼内使用1台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography, DSA），DSA 系统由 X 线系统、电子计算机系统、机械及附属设备共四个系统组成，DSA 用于检查和介入治疗。

1、设备组成

DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

2、工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行

两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。

数字减影血管造影装置(DSA)是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

3、诊断流程简述

DSA 检查：手术医师接诊患者并告知在手术过程中可能受到辐射危害。患者被固定在检查床上，调整数字式平板探测器并对检查部位进行定位后，医师离开 DSA 机房，关闭防护门。分别对没有注入造影剂和注入造影剂的受检部位进行拍片，得到的两幅血管造影 X 线荧光图像经计算机剪影处理后，在计算机显示器上显示出血管影像的剪影图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

介入治疗：DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 射线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视，具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床旁，距 DSA 的 X 射线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向上，配备各人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 射线系统进行透视（DSA 的 X 射线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的画面，完成介入操作。

4、工作负荷

医院卧龙湖康疗中心使用 1 台 DSA，DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 300 人次/年，单次手术累计出束时间为 5~10min。DSA 的额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA；常用电压为 80kV，常用电流为 100mA。

5、产污环节

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向朝上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-2 所示。

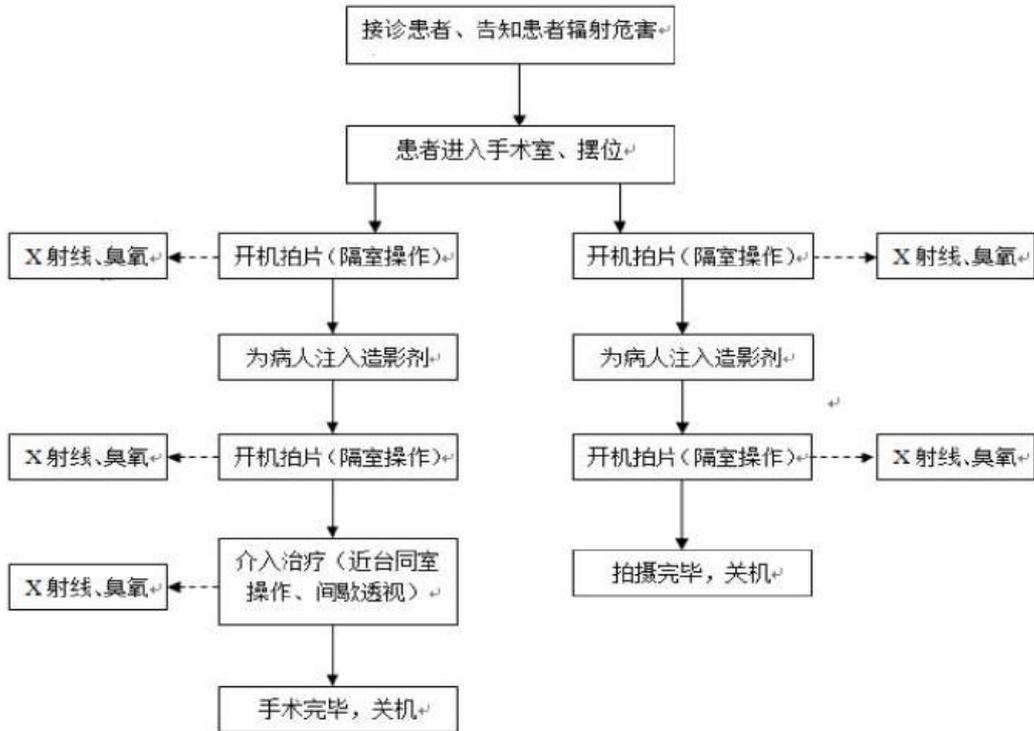


图9-2 DSA 检查与介入治疗流程及产污环节示意图

(二) III 类医用射线装置检查污染分析

1、设备组成及工作原理

X 射线诊断机由 X 射线管、供给管电压的高压发生器、控制 X 射线质量和曝光时间的控制装置、影响采集装置、为满足诊断需要而配置的机械装置和辅助装置组成，具体见图 9-3。

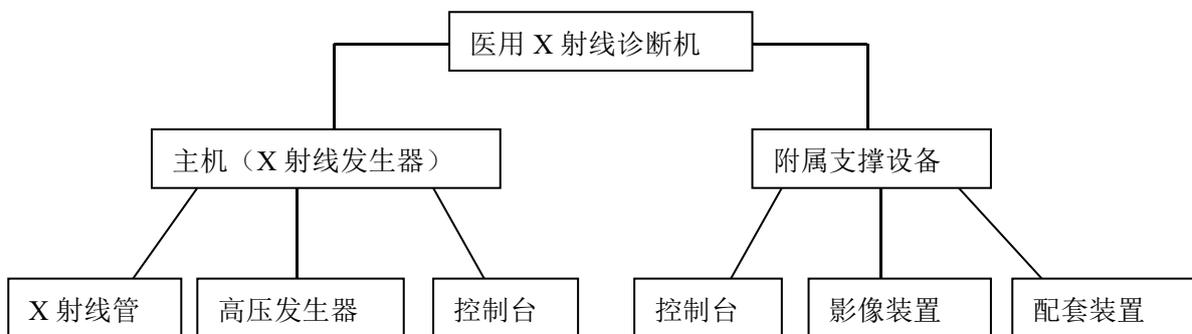


图 9-3 医用 X 射线诊断机基本结构图

X 射线管：X 射线管是用来产生 X 射线的射线源，是 X 射线诊断设备的核心部分。X 射线管是玻璃外壳的真空二极管。它的阴极是由钨丝烧成，当通以电流加热时，钨丝就在白炽状态下释放出自由电子。电子在阳极高电压作用下不断加速，撞击阳极而产生 X 射线。X 射线管的主要参数有灯丝加热电压、灯丝加热电流、最高管电压、最大管电流、最长曝光时间、标称功率等。X 射线管被包在特殊的管套内。X 射线管套包有铅屏蔽层以防止无用 X 射线泄漏，其 X 射线出束窗口除了材质本身的固有过滤外，还设置附加过滤片，以过滤去除低能 X 射线。

高压发生器：高压发生器的作用是把输入的交流电变成 X 射线管所需的直流电，并给 X 射线管灯丝提供加热电压。医用 X 射线诊断机输出管电压一般为 30kV 至 150kV，摄影时管电流可达数百 mA，但工作时间很短。

控制台：控制台主要通过连接电路实现对 X 射线管主要曝光参数（管电压、管电流、曝光时间等）的调节和控制。

影像装置：医用 X 射线诊断机靠终端的影像装置提供诊断信息。影像接收器根据 X 射线诊断机的具体功能与用途进行配置，如：荧光屏、电视设备、摄影设备、成像板、平板探测器及其他影像装置。

2、检查流程

医用诊断 X 射线机按使用范围分为综合性 X 射线机（具有透视和摄片功能，适合做各种疾病检查）和专业性 X 射线机（适合做某些专科检查，如乳腺机等）。由于诊断项目的不同，所用的医用诊断 X 射线机也不同，但其基本组成是相同的，即包括：X 射线管装置、高压发生装置和控制装置。这类射线装置诊断（检查）流程类似，概括起来包括：病人候诊准备、向病人告知可能受到的辐射伤害、填写病例表信息、病人进入机房、关闭屏蔽门开启安全联锁、安排好患者位置、设定摄片/透视能量、X 光机开机、数字成像、诊断。

3、工作负荷

本项目所用 III 类医用射线装置工作负荷情况见表 9-1。

表 9-1 本项目所用 III 类射线装置工作负荷情况表

序号	使用场所	射线装置名称	工作负荷	每人最大曝光时间	年最大有效开机时间
1	1 号楼一层 DR（1）室	DR	12000 人次/年	30s	100h
2	1 号楼一层 DR（2）室	DR	12000 人次/年	30s	100h
3	1 号楼一层 DR（3）室	DR	12000 人次/年	30s	100h

4	1 号楼二层 DR 室	DR	12000 人次/年	30s	100h
5	1 号楼一层钼靶机房	乳腺钼靶 X 射线机	10800 人次/年	20s	60h
6	1 号楼一层骨密度机房	骨密度 X 射线机	10800 人次/年	20s	60h
7	1 号楼一层 CT (1) 室	CT	13200 人次/年	30s	110h
8	1 号楼一层 CT (2) 室	CT	13200 人次/年	30s	110h
9	1 号楼一层 DRF 室	DRF	12000 人次/年	30s	100h
10	1 号楼三层全景 CT 室	口腔全景 X 射线影像诊断机	10800 人次/年	20s	60h
11	1 号楼三层牙片机室	牙片机	10800 人次/年	20s	60h
12	1 号楼四层手术 (9) 室	移动 C 形臂	3600 人次/年	1min	60h
13	1 号楼四层手术 (10) 室	移动 C 形臂	3600 人次/年	1min	60h

4、产污环节

由 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能力为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在非诊疗状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。

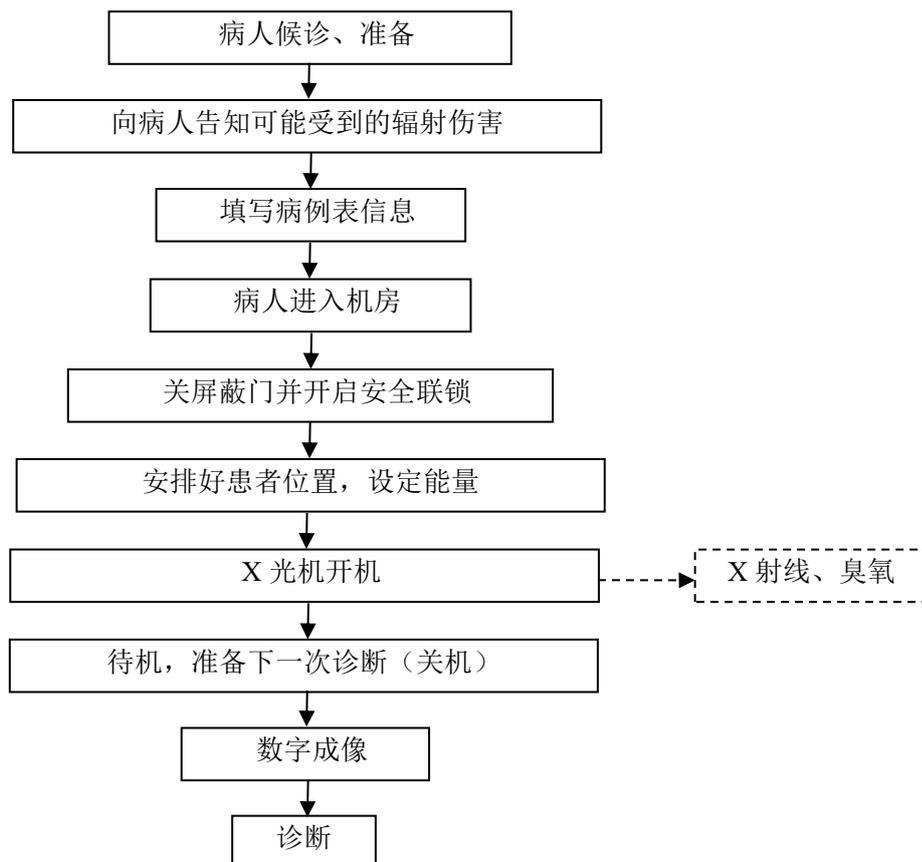


图 9-4 III 类射线装置诊断流程及产污环节示意图

(三) ^{125}I 粒子植入项目

1、设备组成

^{125}I 粒子植入治疗项目是在 CT、B 超或移动 C 形臂的引导下完成， ^{125}I 粒子植入使用的植入设备包括植入枪、定位模板和植入针，用于贮存 ^{125}I 粒子的保险柜 1 台，用于贮存废旧 ^{125}I 粒子的保险柜 1 台，用于监测的便携式 γ 辐射监测仪和表面污染监测仪各 1 台。

2、工作方式

隔室操作：CT 和移动 C 形臂操作人员采用隔室操作方式，通过控制室与铅玻璃窗屏蔽射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

近台同室操作： ^{125}I 粒子植入操作人员在粒子储源室进行消毒装枪属于近台同室操作，在 CT（1）室、CT（2）室、B 超室、手术（9）室和手术（10）室给肿瘤病人植入 ^{125}I 粒子亦属于近台同室操作。操作人员在 ^{125}I 粒子装枪及植入期间均配备个人防护用品（穿铅防护衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等）。

3、 ^{125}I 粒子植入治疗原理

^{125}I 粒子植入治疗是肿瘤患者植入 ^{125}I 粒子后， ^{125}I 粒子能持续低剂量的释放 γ 射线，通过直接作用于肿瘤细胞，造成 DNA 的双链断裂，另外还可间接的使体内的水分子电离，产生自由基，促进肿瘤细胞的凋亡，敏感的肿瘤细胞迅速死亡。不敏感的静止期细胞一旦进入分裂期，在 γ 射线的持续作用下又迅速凋亡。经过足够的半衰期和足够的剂量，使肿瘤细胞无法繁殖而达到治疗肿瘤的目的。

使用 ^{125}I 粒子治疗前肿瘤科会根据使用量提前向厂家订购，由生产厂家将装入铅罐中的 ^{125}I 粒子送至卧龙湖康疗中心粒子储存室储存，工作人员将 ^{125}I 粒子装入植入枪内并消毒，送至相应工作场所进行使用。卧龙湖康疗中心根据使用量订购 ^{125}I 粒子数量，产生废弃 ^{125}I 粒子的机率很小。

本项目 ^{125}I 粒子日等效最大操作量为 $1.776 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所，用量预计为 75000 粒/年，年用量总活度为 $2.22 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，主要用于全身各部位实体肿瘤的治疗。 ^{125}I 粒子是由长 4.5 mm，由直径 0.8 mm 钛管制成，其内装有一枚长 3 mm、吸附 ^{125}I 的银棒。每颗粒子的放射性活度为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ （0.8mCi），半衰期为 60.1 d，释放 94% 的放射剂量需要 240 d。

4、 ^{125}I 粒子植入治疗步骤

本项目 ^{125}I 粒子植入手术是在 B 超、移动 C 形臂、CT 的引导下完成的，手术具

体在 1 号楼一层 CT (1) 室和 CT (2) 室、1 号楼三层超声 (1) 室、1 号楼四层手术 (9) 室和手术 (10) 室内开展。具体治疗流程为：①患者入院进行检查，经病理学诊断确诊；②确定患者选择采用 ^{125}I 粒子治疗。在手术前，医生有义务告知患者 ^{125}I 粒子将产生的影响，并做术前常规检查；③利用 B 超、移动 C 形臂、CT 对患者进行摄片定位，了解肿瘤与血管的关系，明确穿刺目标；④使用 TPS (治疗计划系统) 确定治疗方案：根据影像资料，选定穿刺点、进针路线，计算出 ^{125}I 粒子在肿瘤区及其周围空间的剂量分布，绘出等剂量曲线、粒子分布图及植入通道；⑤根据需要用量订购 ^{125}I 粒子，卧龙湖康疗中心肿瘤科接收由生产厂家送来的 ^{125}I 粒子；⑥根据肿瘤所在部位，对常规层 1cm 进行扫描，扫描后选择肿瘤所在肋间隙的平面作为穿刺植入平面，同时测量进针位置和进针深度；⑦以肿瘤中心为试穿进针点，试穿后进行扫描观察，如果位置得当，以此点为基准，在此平面间隔 1cm 处进植入针，深度为穿过肿瘤中心近边缘 1cm；⑧再次扫描确定准确位置后，用植入枪按计划植入粒子，平均 1.0cm~1.5cm 植入 1 个粒子；⑨粒子植入完成后，对肿瘤区及周围空间依层扫描，确定各层面植入粒子的数量，并利用 TPS 系统进行术后验证，如有粒子稀疏遗漏，立即补种；粒子植入治疗完成后，使用表面沾污仪对植入场所进行监测，防止漏源。⑩患者做完 ^{125}I 粒子植入手术后，须在 1 号楼 9 层肿瘤科设置的粒子植入专用病房留院观察至少 3 天。

CT、B 超、移动 C 形臂引导扫描由技师在控制室内进行隔室操作，粒子植入手术医生进行粒子植入时不会同时曝光产生 X 射线，手术医生在进行植入手术时穿戴铅衣、铅眼镜等个人防护用品。 ^{125}I 粒子植入过程中，可能产生 X 射线、 γ 射线和废 ^{125}I 粒子源。 ^{125}I 粒子植入工艺流程及产污环节如图 9-5 所示。

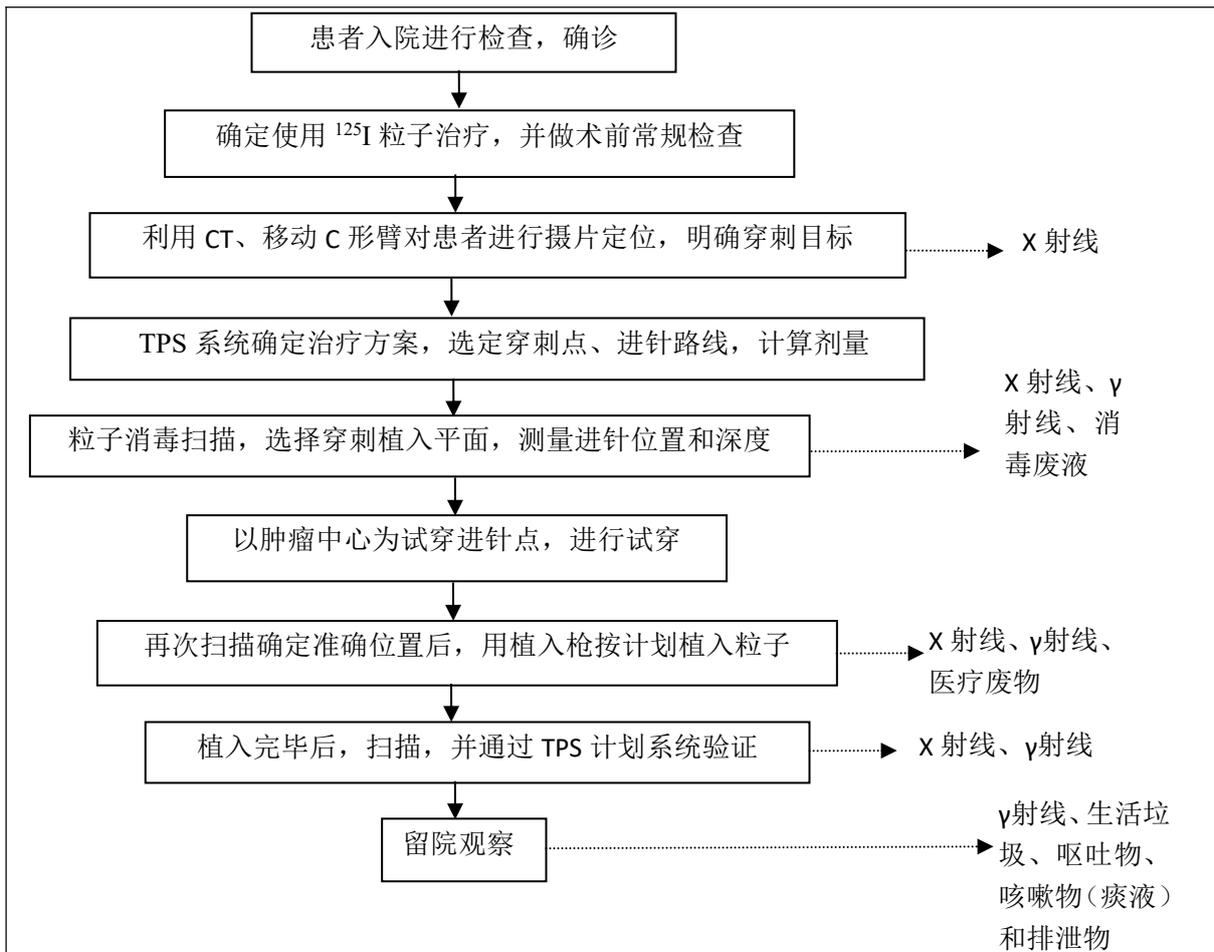


图 9-5 ¹²⁵I 粒子植入治疗流程及产污环节示意图

5、产污环节

专用植入枪消毒过程中产生消毒废液，为非放射性废水；扫描过程中产生的 X 射线；粒子植入、TSP 计划系统验证、留院观察过程中产生的γ射线；试穿、粒子植入过程中产生的废粒子源；做完粒子植入手术后留院观察的病人产生的生活垃圾、呕吐物、咳嗽物（痰液）和排泄物。

污染源项描述

施工期主要污染源项：噪声、扬尘、废水及固体废物。

运营期主要污染源项如下：

1、电离辐射

DSA 和其它 III 类医用射线装置在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。¹²⁵I 粒子植入项目试穿、粒子植入、TSP 计划系统验证、留院观察过程中产生的γ射线。

2、废气

DSA 和其它 III 类医用射线装置曝光过程中臭氧产生量很小，经通排风系统（风速 0.1m/s，风量 500m³/h，连续通风）处理后对环境影响较小。

3、固体废物

本项目介入手术和 ¹²⁵I 粒子植入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等，与医院医疗废物统一处理；辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾由环卫部门统一定期清运；废 ¹²⁵I 粒子暂存于放射性废物暂存室，由生产厂家回收。

4、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员、陪护人员、进行医用射线装置诊断的患者产生的生活污水，¹²⁵I 粒子植入手术过程中产生的消毒废液，进行 ¹²⁵I 粒子植入手术后留院观察病人产生的生活污水、呕吐物和咳嗽物（如痰液）。处理措施：辐射工作人员、陪护人员、进行医用射线装置诊断的患者产生的生活污水利用医院厕所排入医院污水处理系统处理；¹²⁵I 粒子植入手术过程中产生的消毒废液归为医疗废水，采用专门的医疗废液收集容器进行回收，然后由医院污水处理系统处理；进行 ¹²⁵I 粒子植入手术后留院观察病人产生的生活污水、呕吐物和咳嗽物（如痰液）应采用专门的容器进行回收（铅当量厚度为0.5mm），且每次排出后医生立即利用便携式表面沾污仪进行仔细检查，如有籽源，医生应采用长柄夹或长勺取出脱落的¹²⁵I 粒子，并存入铅罐后，将该部分废水直接排入医院污水处理系统处理；如果没有籽源可将该部分废液直接排入医院污水处理系统处理。

5、噪声

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所两区划分

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志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，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记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将具体工作室划分为控制区，而控制室及与控制室相邻的相关工作室划为监督区。其项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图 3、附图 4、附图 5、附图 6、附图 8、附图 9 上进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

具体诊断项目	控制区	监督区
DSA	DSA 机房	控制室、设备间、污物间、导管库
DR	DR（1）室	控制廊
DR	DR（2）室	控制廊
DR	DR（3）室	控制廊
DR	DR 室	控制室
乳腺钼靶 X 射线机	钼靶机房	控制室
骨密度 X 射线机	骨密度机房	控制室
CT	CT（1）室	控制廊
CT	CT（2）室	控制廊
DRF	DRF 室	控制室、钡餐间、设备间、病人准备室
口腔全景 X 射线影像诊断机	全景 CT 室	控制室
牙片机	牙片机室	控制室
移动 C 形臂	手术（9）室	控制室
移动 C 形臂	手术（10）室	控制室

¹²⁵ I 粒子植入	粒子储存室、粒子分装室、放射性废物暂存室、超声（1）室、专用病房	病人专用楼梯、等候区、过道
-----------------------	----------------------------------	---------------

备注：控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

二、辐射安全与防护措施

（一）DSA 辐射安全及防护措施

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：DSA 配备床下铅帘（0.5mm）和悬吊铅帘（0.5mm）、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取辐射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在控制台和床体上均设置“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、屏蔽防护措施

医院对DSA机房采取了屏蔽措施，并对照GBZ130-2013医用X射线诊断放射防护要求进行校核，机房屏蔽措施满足GBZ130-2013医用X射线诊断放射防护的要求，具体见表10-2。

表10-2 机房的实体防护设施对照表

机房	面积 (m ²)	四周墙体	屏蔽门	观察窗	楼顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
卧龙湖康疗中心1号楼一层DSA机房	57.43 (最小单边长度7.43m)	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料 (相当于3.5mm铅当量)	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料 (相当于2.5mm铅当量)
医用X射线诊断放射防护的要求	最小有效使用面积30m ² , 最小单边长度4.5m	有用线束2mm铅当量; 非有用线束2mm铅当量	有用线束2mm铅当量; 非有用线束2mm铅当量	有用线束2mm铅当量; 非有用线束2mm铅当量	有用线束2mm铅当量; 非有用线束2mm铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

备注：表中四周墙体使用材料为实心粘土砖（密度为 1.6t/m³），天棚和地板使用材料为混凝土（密度为 2.4t/m³），屏蔽门和观察窗使用铅。

3、安全措施

①门灯连锁：DSA机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁、介入室内墙上均设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任何一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在DSA机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与DSA机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护联合运用、合理调节。

①距离防护

DSA机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据卧龙湖康疗中心的实际情况，DSA主要用于股动脉、股静脉的穿刺，下肢深静脉血栓介入治疗，肝癌、肺癌的介入治疗，部分性脾动脉栓塞术、支气管动脉栓塞、子宫动脉栓塞术、髂内动脉栓塞术，全脑血管造影等。

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与DSA机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽X射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅围脖、铅衣和铅眼镜等），防护厚度为0.5mm铅当量。

④个人剂量监测

辐射工作人员均配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩戴。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅围脖（防护铅当量应不低于0.5mm），用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3）机房周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在机房门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，

避免受到不必要的照射。

(二) 其它 III 类射线装置辐射安全及防护措施

1、 辐射工作场所辐射防护措施

医院对DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、DR室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）室、DRF室、全景CT室、牙片机室、手术（9）室、手术（10）室采取了屏蔽措施，并对照GBZ130-2013医用X射线诊断放射防护要求进行校核，机房屏蔽措施满足GBZ130-2013医用X射线诊断放射防护的要求，具体见表10-3。

表10-3 机房的实体防护设施对照表

机房	面积（m ² ）	四周墙体	屏蔽门	观察窗	楼顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
1 号楼一层 CT（1）室	36.48（最小单边长度 5.06m）	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 3.5mm铅当量）	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 2.5mm铅当量）
1 号楼一层 CT（2）室	39.11（最小单边长度 5.06m）	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 3.5mm铅当量）	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 2.5mm铅当量）
医用X射线诊断放射防护的要求	最小有效使用面积30m ² ，最小单边长度4.5m	一般工作量 2mm铅当量；较大工作量 2.5mm铅当量	一般工作量 2mm 铅当量；较大工作量 2.5mm 铅当量	一般工作量 2mm 铅当量；较大工作量 2.5mm 铅当量	一般工作量 2mm 铅当量；较大工作量 2.5mm 铅当量
备注	满足	满足	满足	满足	满足
1 号楼一层 DR（1）室	35.76（最小单边长度 4.96m）	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 3.5mm铅当量）	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 2.5mm铅当量）
1 号楼一层 DR（2）室	38.34（最小单边长度 4.96m）	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 3.5mm铅当量）	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料（相当于 2.5mm铅当量）

		量)			
1 号楼一层 DR (3) 室	38.34(最小单 边长度 4.96m)	370mm厚实 心砖+30mm 硫酸钡防护 涂料(相当于 3.5mm铅当 量)	4mm铅当量	3.6mm铅当 量	200m厚钢筋混凝 土+30mm硫酸钡 防护涂料(相当于 2.5mm铅当量)
1 号楼二层 DR 室	24.84(最小单 边长度4.6m)	370mm厚实 心砖+30mm 硫酸钡防护 涂料(相当于 3.5mm铅当 量)	4mm铅当量	3.6mm铅当 量	200m厚钢筋混凝 土+30mm硫酸钡 防护涂料(相当于 2.5mm铅当量)
1 号楼一层 DRF 室	37.22(最小单 边长度 5.01m)	370mm厚实 心砖+30mm 硫酸钡防护 涂料(相当于 3.5mm铅当 量)	4mm铅当量	3.6mm铅当 量	200m厚钢筋混凝 土+30mm硫酸钡 防护涂料(相当于 2.5mm铅当量)
医用X射线诊 断放射防护的 要求	最小有效使 用面积20m ² , 最小单边长 度3.5m	有用线束 3mm铅当量; 非有用线束 2mm铅当量	有用线束 3mm 铅当 量; 非有用 线束 2mm 铅当量	有用线束 3mm 铅当 量; 非有用 线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量
备注	满足	满足	满足	满足	满足
1 号楼三层全 景 CT 室	12.95(最小单 边长度3.5m)	370mm厚实 心砖+30mm 硫酸钡防护 涂料(相当于 3.5mm铅当 量)	4mm铅当量	3.6mm铅当 量	200m厚钢筋混凝 土+30mm硫酸钡 防护涂料(相当于 2.5mm铅当量)
1 号楼三层牙 片机室	12.95(最小单 边长度3.5m)	370mm厚实 心砖+30mm 硫酸钡防护 涂料(相当于 3.5mm铅当 量)	4mm铅当量	3.6mm铅当 量	200m厚钢筋混凝 土+30mm硫酸钡 防护涂料(相当于 2.5mm铅当量)
医用X射线诊 断放射防护的 要求	最小有效使 用面积5m ² , 最小单边长 度2m	有用线束 1mm铅当量; 非有用线束 1mm铅当量	有用线束 1mm铅当 量; 非有用 线束1mm铅 当量	有用线束 1mm铅当 量; 非有用 线束1mm铅 当量	非有用线束1mm 铅当量
备注	满足	满足	满足	满足	满足

1号楼一层钼靶机房	19.84(最小单边长度4m)	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料(相当于3.5mm铅当量)	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料(相当于2.5mm铅当量)
1号楼一层骨密度机房	21.15(最小单边长度4.16m)	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料(相当于3.5mm铅当量)	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料(相当于2.5mm铅当量)
医用X射线诊断放射防护的要求	最小有效使用面积10m ² , 最小单边长度2.5m	有用线束1mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	有用线束1mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	有用线束1mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	非有用线束1mm铅当量
备注	满足	满足	满足	满足	满足
1号楼四层手术(9)室	42.6(最小单边长度6.0m)	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料(相当于3.5mm铅当量)	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料(相当于2.5mm铅当量)
1号楼四层手术(10)室	45.24(最小单边长度5.2m)	370mm厚实心砖+30mm硫酸钡防护涂料(相当于3.5mm铅当量)	4mm铅当量	3.6mm铅当量	200m厚钢筋混凝土+30mm硫酸钡防护涂料(相当于2.5mm铅当量)
医用X射线诊断放射防护的要求	最小有效使用面积20m ² , 最小单边长度3.5m	有用线束2mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	有用线束2mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	有用线束2mm铅当量; 非有用线束1mm铅当量	非有用线束1mm铅当量
备注	满足	满足	满足	满足	满足

备注: 表中四周墙体使用材料为实心粘土砖(密度为1.6/m³), 天棚和地板使用材料为混凝土(密度为2.4t/m³), 屏蔽门和观察窗使用铅。

2、安全措施

①门灯联锁: 机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯。防护门关闭时, 指示灯为红色, 以警示人员注意安全; 当防护门打开时, 指示灯灭。

②操作警示装置：X 射线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

③对讲装置：在机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与机房内的病人联系。

④警告标志：机房防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑤紧急止动装置：机房内的适宜位置，装设供紧急情况使用的强制终止照射的紧急止动按钮，以使机房内的工作人员按动紧急止动按钮以使机器停机。

3、分区防护

机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

(三) ^{125}I 粒子植入项目辐射安全及防护措施

1、辐射工作场所辐射防护措施

根据医院提供的资料，医院粒子植入 CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室、专用病房、粒子储存室、粒子分装室和放射性废物储存室所采取的实体防护设施，具体情况见表 10-4。

表 10-4 ^{125}I 粒子植入项目涉及工作场所的辐射防护设施表

名称	使用功能	辐射防护设计
^{125}I 粒子	储存吸附有 ^{125}I 的银棒	^{125}I 粒子是由长 4.5 mm，由直径 0.8 mm 钛管制成，其内装有一枚长 3 mm、吸附 ^{125}I 的银棒
^{125}I 粒子装枪手套箱	^{125}I 粒子装枪	手套箱前面板为铅玻璃，进行操作时医师穿戴铅衣、铅眼镜等防护用具，使用长柄夹具进行装枪
保险柜	暂存 ^{125}I 粒子	5cm 厚不锈钢保险柜
粒子植入 CT（1）室	开展 ^{125}I 粒子植入手术	四周墙体为 370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，屏蔽门为 4mm 铅当量，观察窗为 3.6mm 铅当量
粒子植入 CT（2）室		
粒子植入手术（9）室		
粒子植入手术（10）室		
粒子植入超声（1）室		四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为普通木门
专用病房	粒子植入专用病房	四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为普通木门。病人在专用病房或出院后，如有废 ^{125}I 粒子则用长柄钳夹起放

		入 1cm 厚的铅罐中
粒子储存室	储存 ^{125}I 粒子	四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为防盗门
粒子分装室	粒子装枪、消毒	
放射性废物储存室	储存废 ^{125}I 粒子	

2、 ^{125}I 粒子人流、物流分析

外购的 ^{125}I 粒子由供应商送至粒子储存室，应由医院工作人员与送货人员办理验收，在摄像头下“点对点”交接，同时记录药品规格、批次、数量以及活度等。使用时在粒子分装室将 ^{125}I 粒子装入植入枪内并进行消毒，消毒后的植入枪装入铅罐内送往 ^{125}I 粒子植入手术使用场所（CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室）。

病人做完常规检查后，在 1 号楼八层粒子计划室与医生一起制定治疗计划，然后前往 ^{125}I 粒子植入手术场所，手术后由专门的医护人员沿专用电梯送至肿瘤科粒子植入专用病房内。

3、 ^{125}I 粒子植入体内后的辐射安全管理要求

为保证 ^{125}I 粒子植入患者体内后，不对环境和公众造成明显的辐射影响，现提出如下辐射安全要求，医院须认真实施：

（1）手术前后的防护要求

①治疗医师应根据临床检查结果，分析及确定肿瘤体积。根据治疗计划报告，确定所需的粒子总活度及靶区所需粒子的个数。

②治疗医师应正确勾画实际肿瘤靶区。在 CT 或 B 超或移动 C 形臂引导下，通过植入针准确无误的将粒子植入肿瘤靶区，保护靶区相邻的重要器官。

③ ^{125}I 粒子植入患者体内后，对患者进行拍片，保证植入粒子的数量，防止漏源；粒子植入治疗完成后，使用表面沾污仪对植入场所进行监测，防止漏源。

④医生有义务告知患者 ^{125}I 粒子植入对环境和公众带来的辐射影响。患者出院前应该得到医生给予的有关为保护他们的家庭成员以及患者可能接触到的其他人所需要采取的相关预防措施书面和口头指示，应该指出患者应该采取预防措施的持续时间。

⑤确保肿瘤得到精确的剂量，手术结束后 4 周~6 周，通过 CT 扫描，验证治疗计划，必要时实施补充治疗。

（2）住院病人的管理

①患者做完 ^{125}I 粒子植入手术后，须在粒子植入病房留院观察至少 3 天。医院设置

的 ^{125}I 粒子植入患者专用病房，其墙体、地板和门窗应符合防护要求；粒子植入专用病房应划为控制区，门外应有电离辐射警示标志，病房内除患者和医务人员外，其他无关人员不得入内。病房内的医务人员及护理人员应佩戴个人剂量计。

②对于接受植入治疗的前列腺肿瘤患者，植入后两周内应带避孕套，以防粒子随精液排出而丢失；同时推荐用 $4\text{cm}\times 4\text{cm}$ 的纱布过滤每次尿液，以防粒子随尿液排出而丢失；医院应为此类患者准备符合防护要求的拾源器具和贮源容器，并告知患者及家属拾取和存贮粒子源的安全操作方法，令其及时通知医院回收。

③如果住院病人死亡，肿瘤科医师应从病人治疗部位取出粒子源，并监测病人躯体和房间。在清点粒子源前，不准移走任何纱布和绷带。

④治疗住院期间病房内无需清扫，除食物盘外，房内其他物品均不得带出病房；任何物品在搬离病房之前应进行监测。

⑤当患者或家庭成员发现患者体外有粒子时，不应用手拿，应当用勺子或镊子夹住粒子，放在预先备好的铅容器内（放射治疗医师事先给予指导）。该容器返还给责任治疗医师。

（3）出院病人的管理

①植入粒子的出院患者应建立登记制度，信息卡内容应包括：患者姓名、住址、电话、年龄、身份证、植入部位、医院及电话、植入粒子个数、陪护者或探视者姓名、植入时间、出院粒子数量、检查日期等。

②植入粒子的患者出院时，医生应给患者佩带一张信息卡，其内容应包括患者姓名、出生年月、照片、植入粒子位置、时间、活度、个数及治疗医院电话等。

③病人回家后，家庭成员或其他密切接触者长时间与患者接触时，其距离应保持在 1m 以上。儿童和孕妇不能与病人同住一室，患者也不能长时间扶抱儿童，对于植入高活度粒子源的患者，回家后的 2 月内应与配偶分床居住。

④粒籽源植入胸部患者出院时医院应提供一个小铅罐容器，让患者带回家；如果发现粒籽源咳出时应用镊子或勺子将粒籽源放入容器中，然后联系主管医师。

（4）粒子储存

①待用的粒子应装入专用的保险柜中，并存放在粒子储存室，粒子储存室应防火、防盗、防泄露。

②应建立粒子出入库登记制度，植入前，详细记录从专用保险柜中取出粒子日期、

时间、入库活度及数量、送货人、接收人、出库活度及数量、去往场所、出库经手人、接收人等。

③应定期检查粒子的实际库存数量及贮存场所，标明其用途。

④储源保险柜钥匙和粒子储存室钥匙由专人进行保管，粒子储存室设有防盗门，门外设置有 24h 监控摄像头，进行实时监控，同时该区域属于医院保安巡查范围，当发现异常能有效进行防治。

⑤¹²⁵I 密封籽源存于 1cm 厚的铅容器中并保存于 5cm 厚不锈钢保险柜内，且该粒子储存室四周墙体为 370mm 实心砖，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土，门为防盗门，能对 ¹²⁵I 密封籽源进行有效屏蔽，防治辐射泄漏。

⑥粒子储存室内拟将配置干粉式灭火器，室内不得存放易燃、易爆物品。

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）对 ¹²⁵I 粒子工作场所和 II、III 类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-5：

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

DSA 机房				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	—	需配置
2		观察窗屏蔽	—	需配置
3		机房防护门	—	需配置
4		通风设施	—	需配置
5		紧急停机按钮	—	需配置
6		门灯连锁	—	需配置
7		对讲系统	—	需配置
8		入口处电离辐射警告标志	—	需配置
9		入口处机器工作状态指示灯	—	需配置
10	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	—	需配置
11		个人剂量计	—	需配置
		个人剂量报警仪	—	需配置
12	防护器材	医护人员个人防护	—	需配置
13		患者防护	—	需配置
DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、DRF 室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）、全景 CT 室、牙片机室、手术（9）室、手术（10）、DR 室				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施

1	场所设施	铅防护门	—	需配置
2		铅玻璃	—	需配置
3		工作状态指示灯	—	需配置
4		电离辐射警告标志	—	需配置
5		门灯连锁装置	—	需配置
6		室内安装紧急制动装置	—	需配置
7		对讲装置	—	需配置
8	监测设备	个人剂量计	—	需配置
¹²⁵ I 粒子植入项目				
1	场所设施	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识	—	需配置
2		场所门外电离辐射警示标志	—	需配置
3		易去污的工作台和防污染覆盖材料	—	需配置
4		病人专用卫生间	—	需配置
5		安全保卫设施（防盗门、锁等）	—	需配置
6		铅罐、长柄钳	—	需配置
7		手套箱	—	需配置
8		操作位屏蔽防护措施	—	需配置
9	监测设备	便携式表面沾污仪	—	需配置
10		便携式 γ 辐射监测仪器	—	需配置
11		个人剂量计	—	需配置
12		放射性活度计	—	需配置
13	放射性废水和废液	放射性固体废物暂存设施	—	需配置
14		废物暂存设施屏蔽系统	—	需配置
15		放射性废液收集装置及标识	—	需配置
16	防护器材	个人防护用品（铅手套、铅眼镜、铅围裙等）	—	需配置
17		灭火器材	—	需配置

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 5000 万元，其中环保投资 139.55 万元，占总投资约 2.79%，具体环保设施及投资见下表。

表 10-6 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施	金额（万元）
DSA 机房	铅防护门 2 扇（4mm 铅当量）	4.0
	铅玻璃观察窗 1 扇（3.6mm 铅当量）	2.0
	工作状态指示灯 1 个	0.05
	电离辐射警告标志 1 个	
	床下铅帘（机器自带）1 副	2.0
	悬吊铅帘（机器自带）1 副	
	门灯联锁装置 1 套	1.0
	室内安装紧急制动装置 1 套	
	对讲装置 1 套	
	个人剂量计 7 套	7.0
	个人剂量报警仪 4 个	
	铅衣 3 套、铅围脖 3 个、铅手套 3 双、铅眼镜 3 副	
DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、DRF 室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）、全景 CT 室、牙片机室、手术（9）室、手术（10）、DR 室	铅防护门 26 扇（4mm 铅当量）	52.0
	铅玻璃观察窗 13 扇（3.6mm 铅当量）	26.0
	工作状态指示灯 13 个	0.6
	电离辐射警告标志 13 套	
	门灯联锁装置 13 套	13.0
	室内安装紧急制动装置 13 套	
	对讲装置 13 套	
	个人剂量计 13 套	18.0
铅衣 13 套、铅围脖 13 个		
¹²⁵ I 粒子植入项目	视频监控与对讲系统 1 套	1.0
	工作状态指示灯 1 套	0.05
	电离辐射警告标志 1 套	
	铅衣 4 套、三角巾 4 个、铅帽 4 套	4.0
	个人剂量计 14 套	1.4
	拾源器具和放射性固废收集设施（长柄钳、铅罐）1 套	1.0
	放射性废液收集装置及标识 1 套	0.05
	手套箱 1 个	0.2
	病人生活废水收集容器 2 套	0.2
	专用保险柜 2 个	0.5
	便携式表面沾污仪 1 台	1.0
	活度计 1 台	0.5
其他	辐射工作人员培训费	2.0
	便携式辐射剂量监测仪 1 台	2.0
合计		139.55

今后在实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

^{125}I 粒子植入手术过程仅产生消毒废液，年产生量不超过 0.01m^3 ，由于其产生量较小，该部分消毒废水归为医疗废水，采用专门的医疗废液收集容器进行回收，然后由医院污水处理系统处理。

在病人留院观察期间可能会因不适产生一定量的呕吐物和咳嗽物（如痰液），年产生量不超过 0.1875m^3 。由于在该部分废液中可能会带有植入的籽源，因此，对该部分废液应采用专门的容器进行回收（铅当量厚度为 0.5mm ），且每次排出后医生立即利用便携式表面沾污仪进行仔细检查，如有籽源，医生应采用长柄夹或长勺取出脱落的 ^{125}I 粒子，并存入铅罐后，将该部分废水直接排入医院污水处理系统处理；如果没有籽源可将该部分废液直接排入医院污水处理系统处理。

病人在留院观察期间将产生一定量的生活废水，针对该部分病人医院设置了专门的病房、卫生间。病人的尿液和消化道排泄物要用专用的容器进行收集，产生量不超过 37.5m^3 。医生利用便携式表面沾污仪检查是否有籽源，如有籽源医生用长柄工具将该回收放入铅罐后，将该部分废水直接排入医院污水处理系统处理；如果没有籽源可将该部分废水直接排入医院污水处理系统处理。每次便携式表面沾污仪的监测结果应记录存档。

陪护人员在陪护期间将产生一定生活污水，产生量不超过 37.5m^3 ，利用医院厕所排入医院污水处理系统处理。

上述废水年产生量合计约 75.2m^3 ，日产生量约 0.3m^3 ，通过医院污水处理系统处理达标，然后经污水管网排入自贡高新技术产业园污水处理厂。

2、废气

DSA 和其它 III 类医用射线装置曝光过程中臭氧产生量很小，经通排风系统（风速 0.1m/s ，风量 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，连续通风）处理后对环境影响较小。

3、固体废物

本项目固体废物主要来源于介入手术和 ^{125}I 粒子植入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等，产生量约为 $2\text{kg}/\text{月}$ ，年产生量为 24kg ，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物

处理机构定期统一回收处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，以及陪护人员产生的生活垃圾均由环卫部门统一收集。废 ^{125}I 粒子暂存于放射性废物暂存室，由生产厂家回收。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目涉及的辐射工作场所均位于卧龙湖康疗中心一期工程内。自贡市中医医院卧龙湖康疗中心一期工程项目已进行了环境影响评价，并取得了环评批复，批复文号为自环准许新[2014]69号。本项目所涉及的辐射工作场所在施工时会产生扬尘、噪声、废水及固体废物，具体的要求如下：

一、施工期的大气污染防治对策措施

①施工现场周围应当设置必要的围护设施，周围应当设置遮挡围栏，临路的脚手架也应当设置相应的围护设施；风速四级以上易产生扬尘时，项目施工单位应暂时停止土方开挖，并采取有效措施，防止扬尘飞散；车辆出工地前尽可能清除表面粘附的泥土等；施工场地、施工道路的扬尘可用洒水和清扫措施予以抑止。

②严禁抛洒建筑垃圾，特别是将建筑垃圾抛洒到项目区域的水体内。临时弃土堆放场所周围必须修建围墙，并实施覆盖；转运弃土的车辆装载应适量，严禁多装超载，车辆应实施覆盖，避免沿途洒落。

③施工工地运输车辆驶出工地前必须作除泥除尘处理，严禁将泥土尘土带出工地；道路旁树木、草坪、护栏等公共设施应定期冲洗，保持清洁；沙、渣土、灰土等易产生扬尘的堆放场地，必须设置围栏或采取遮盖、洒水等防尘措施。

④在装修工程施工中，施工人员应配备必要的防护装备和保证足够的通风量，避免具有刺激性气味的物质或可被人体吸入的粉尘、纤维等对施工人员身体健康造成危害。

⑤在施工期间，应加强对机械设备和运输车辆的维修、保养，禁止其超负荷工作，减少燃油燃烧时污染物的排放量；做好施工周围道路交通组织工作，保障周围道路畅通，避免因施工而造成交通堵塞。

⑥加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工、减少施工期的大气污染；施工中严格按照《四川省灰霾污染实施方案》关于有效控制城市尘污染的文件，控制扬尘。

⑦设置进出车辆车轮冲洗池，进出车辆车轮经冲洗干净后，方可上路行驶，防止将泥土带入城市；材料堆放区堆放的材料须进行覆盖处理，短期内不占用的裸露地表

也应及时进行覆盖或者绿化处理，尽量减少因项目建设新增的起尘量。

二、施工期的噪声污染防治对策措施

①合理安排施工组织方案。

②尽量采用低噪声机械，施工过程中还应经常对设备进行维修保养，避免因使用的设备性能差而使噪声增加的现象发生；合理选择高噪声场所位置，合理布设施工场地，对强噪声机械(如电锯等)设置在施工棚内，进行阻隔和屏蔽噪声；现场木工房、钢筋加工房等必须完全进行封闭性施工。

③门窗、预制构件、大部分钢筋的成品，半成品在工厂完成，减少施工场地内加工机械产生的噪声，如少量需现场钢筋加工的尽量安排在白天进行，避免夜间噪声扰民。

④施工现场指挥生产，应采用无线电对讲机，这样既可及时进行工作联络，又可减少施工场地噪声；加强现场运输车辆出入的管理，车辆进入现场禁止鸣笛，不得随意扔、丢，减少金属件的碰击声。

⑤施工单位通过文明施工、加强有效管理加以缓解敲击等作为施工活动的声源。

⑥建设方应特别加强对施工单位管理，材料堆放必须轻拿轻放。

⑦监理单位做好监理工作；建设单位应要求施工单位在现场张贴通告和投诉电话，建设单位在接到投诉电话后及时与当地环保部门联系，以便及时处理各种环境纠纷。

三、施工期固体废物处置及管理

①为减少回填土的堆放时间和堆放量，应精心组织施工，先后有序，后序施工点开挖的土方应作为先期施工点的回填土方，既减少了对环境的污染，又可节约工时和资金。

②回填方场周围应加护墙护板，防止雨水冲刷造成水土流失及堵塞排水管。

③主体工程施工和装饰工程施工产生的废弃物料等建筑垃圾应及时清运至市政指定的堆放场。施工单位应按照国家有关规定的有关建筑垃圾和工程渣土处置管理规定，与接纳单位签定环境卫生责任书，确保运输过程中保持路面整洁，施工单位应有专人负责，对建筑垃圾的处置实施现场管理。

④施工人员产生的生活垃圾均由市政环卫部门清运统一处置。

⑤在工程竣工以后，施工单位应同时拆除各种临时施工设施，并负责将工地的剩余建筑垃圾、工程渣土处理干净，做到“工完、料尽、场地清”。建设单位应负责督促施工单位的固体废物处置清理工作。

⑥不占用或者短时间内不占用地表应进行覆盖，防治水土流失；施工完成后应当及时进行绿化或硬化，尽快完成施工后场地恢复。

四、施工期地表水污染防治措施

为了减小施工期间废水对周围环境的影响，本环评要求：

①严格按照施工方案进行围栏施工，施工场地进行打围作业；

②施工期间严禁泥沙、施工废水等进入地表水，施工废渣应当运至市政指定的废渣堆放场进行处置，不得随意倾倒，确保不对表水水体产生污染；

③施工生产废水须集中收集，经沉淀池处理，可回用于车轮冲洗、设备清洗、抑尘用水等，不得外排，采取上述措施后对区域内的地表水不会产生显著影响。

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

（一）数字减影血管造影机（DSA）的辐射环境影响分析

医院使用 1 台 DSA，DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 300 人次/年，单次手术累计出束时间为 5~10min。DSA 的常用电压为 80kV，常用电流为 100mA。医院的 DSA 主要用于股动脉、股静脉的穿刺，下肢深静脉血栓介入治疗，肝癌、肺癌的介入治疗，部分性脾动脉栓塞术、支气管动脉栓塞、子宫动脉栓塞术、髂内动脉栓塞术，全脑血管造影，经内镜逆行胆道造影（ERCP）等。

根据环境保护部公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》，DSA 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，

经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上、楼下区域）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程：为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

本环评采用预测方法和类比方法，分析本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响。

1、理论预测方法

(1) 对手术室外环境的影响

DSA 机房四周墙体为 370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料，屋顶和地面采用 200mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料，屏蔽门为 4mm 铅当量，观察窗为 3.6mm 铅当量。

①计算模式

主射束的屏蔽防护采用公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \quad (\text{式 1})$$

式中： D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，Gy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，Gy/min；

T —每年工作时间，3000min（包括每台透视和拍片的时间）；

μ —利用因子；

η —对防护区的占用因子，各监测点位的占用因子均取 1；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

保守考虑，DSA 的常用电压 80kV，常用电流为 100mA，距靶 1m 处的剂量率为 5.4 mGy/min（X 射线过滤材料 2.0mmAl）。查《辐射防护手册》（第一分册）图 10.5e、图 10.5n 可得铅、混凝土对 X 射线的减弱因子。由砖墙密度 1.6g/cm^3 ，普通混凝土密度 2.4g/cm^3 ，可得砖对 X 射线的减弱因子。各预测点 X 射线辐射剂量所依据的空间位置距离和屏蔽体厚度等相关预测参数见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房外预测点相关预测参数

位置	预测点	与源直线距离 (m)	屏蔽材料与厚度 (mm)	减弱因子 (f)	利用因子 (μ)	照射类型	年有效剂量 (mSv)
DSA 机房	控制室内的技师 (南侧)	2.0	3.6mm 铅当量	9.5×10^{-5}	1	职业照射	3.85×10^{-1}
	污物间、导管库其他医护人员 (北侧)	≥ 3.0	370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	8.0×10^{-7}	1/4	公众照射	3.6×10^{-4}
	设备间其他医护人员 (南侧)	≥ 3.0	370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	8.0×10^{-7}	1/4	公众照射	3.6×10^{-4}
	DRF 室其他医护人员和患者 (西侧)	≥ 2.5	370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	8.0×10^{-7}	1/4	公众照射	3.6×10^{-4}
	通过间、恢复室、抢救/增强准备室、卫生间其他医护人员和患者 (东侧)	≥ 2.5	370mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	8.0×10^{-7}	1/4	公众照射	3.6×10^{-4}
	室外坡道其他人员 (楼上)	≥ 3.0	200mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	1.6×10^{-6}	1/4	公众照射	7.2×10^{-4}
	地下车库其他人员 (楼下)	≥ 3.0	200mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	1.6×10^{-6}	1/4	公众照射	7.2×10^{-4}

由于 DSA 正常工作时，电压、电流较小，与 III 类医用射线装置相似。经机房墙体、门屏蔽防护后，DSA 工作时对机房外技师、其他医护人员和公众影响较小。

(2) 对手术室内医生的影响

医院使用的 DSA 配备 4 名手术医生，2 名护士；每组配备 1 名医生和 1 名护士。医生和护士在进行介入手术时将穿戴铅衣等防护用品。进行介入手术治疗过程中有时会连续曝光，此时采用脉冲透视，医师距主射束的最近距离约 0.3m，护士的距离约 1m。

本项目 DSA 机房内医生和护士的影响采用模式计算进行评价分析。计算模式参

考李士骏编著的《电离辐射剂量学》，介入手术对机房内的工作人员所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$X = I \cdot t \cdot V_{r_0} \cdot \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \cdot f \quad (\text{式 2})$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \times X \quad (\text{式 3})$$

$$E = D \cdot W_R \cdot W_T \quad (\text{式 4})$$

上式中：X—离射线装置 r 米处产生的照射量，R；

D—离射线装置 r m 处产生的空气吸收剂量，Gy；

E—参考点的有效剂量，Sv；

I—管电流（mA）或平均电子束流（ μA ），透视过程中常用电流为 6mA；

v_{r_0} —在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 $r_0\text{m}$ （ $r_0=1\text{m}$ ）处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率， $\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

f—防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

t—介入性血管造影的累计出束时间，2700min；

W_R —辐射权重因数，X 射线为 1；

W_T —组织权重因数，全身为 1。

本项目 DSA 过滤板采用 2mmAl，据此查得 $v_{r_0}=0.8\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。医生在手术室内操作时须穿联体铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖，设定这些防护用品的有效铅当量厚度为 0.5mmPb，查《辐射防护手册》（第一分册）图 10.5e，0.5mmPb 对 X 射线的减弱因子 $f=1.0 \times 10^{-2}$ 。由于医师位于 X 射线的漏射方向，因此照射量取主射束方向的 1% 计算。

将上述计算参数带入上式（2）和（3），根据以上配置情况，每名手术医师的年有效剂量最大为 3.143mSv，每名护士的年有效剂量最大为 0.657mSv/a。由以上结果可知，手术医生和护士的年有效剂量均低于职业人员 5mSv/a 的年剂量约束值。

（3）医生腕部皮肤受照剂量

介入治疗时，医生通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射射束照射的几何条件为前后入射（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射），本项目采用理论预测分析介入手术医生所受到的皮肤剂量。

预测模式：计算模式采用《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），X 射线所致皮肤损伤的辐射剂量可按式估算：

$$D = b \cdot f_x \cdot X \quad (\text{式 5})$$

式中：D—皮肤吸收剂量，Gy；

b—反散射系数；

f_x —由空气比释动能到吸收剂量的转换系数；

X—照射量，C/kg。

预测参数：根据 WS/T188-1999 中附录 C 表 C1，用于介入治疗的多功能 X 机属于第 I 类工作场所，手部平均照射量率为 $X=1.04\mu\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}/\text{h}$ 。医院每台 DSA 床旁手术透视过程每年累计曝光时间为 45h。根据 WS/T188-1999 中附录 B 查表 B4 和表 B2 得 $b=1.33$ ， $f_x=35.9\text{Gy}/\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

计算结果：根据公式 5 计算得所有医生总的皮肤吸收剂量为 4.47mGy。根据《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZT144-2002）表 B1，对于 80kV 的 X 射线， $1\text{Gy}=1.61\text{Sv}$ 。将上述参数代入公式，计算得到在床旁手术时，医生皮肤受到的年当量剂量为 3.6mSv/a，低于《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（500mSv/a）和本报告执行的剂量约束值（125mSv/a）。

2、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法，但介入治疗时 X 射线曝光量大，曝光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行国家标准 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 $100\text{mGy}/\text{min}$ ；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免

单一皮肤区域接受全部剂量；④作好患者非照射部位的保护工作。

（二）III类医用射线装置的环境影响分析

本项目共涉及III类医用射线装置 13 台，分别为 4 台 DR、2 台 CT、1 台 DRF、2 台 C 形臂、1 台乳腺钼靶 X 射线机、1 台骨密度 X 射线机、1 台口腔全景 X 射线影像诊断机、1 台牙片机。本项目所用射线装置均为数字成像，无废显定影液及废胶片产生，其主要危害为设备工作时产生的 X 射线。

本项目所使用的III类医用射线装置管电压最大值为 150kV，根据《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2002），在治疗状态下，当 X 射线管额定电压 $\leq 150\text{kV}$ 时，距 X 射线管焦点 1m 处的 X 射线源组件泄露辐射不超过 1mGy/h ，且各III类医用射线装置所在机房的面积、屏蔽体厚度均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的规定。所以，本项目所涉及的III类医用射线装置曝光时产生的 X 射线经墙体、防护铅门和铅玻璃窗户的屏蔽后，对周围辐射环境影响不大。

（三） ^{125}I 粒子植入项目环境影响分析

1、 ^{125}I 粒子的物理学特性

^{125}I 粒子是由长 4.5 mm，直径 0.8 mm 钛管制成，其内装有一枚长 3 mm、吸附 ^{125}I 的银棒。每颗粒子的放射性活度为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ (0.8mCi)，半衰期为 60.1 d，释放 94% 的放射剂量需要 240 d，具体见表 11-2。

表 11-2 ^{125}I 放射性粒子的物理学特性

源长	4.5 mm
直径	0.8 mm
标记物及长度	Ag, 3 mm
半衰期	60.1d
初始剂量率	7.7 cGy/h
单粒子活度	$2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ (0.8mCi)
释放 94%剂量时间	240 d

2、放射源的消毒方法

可将 ^{125}I 粒子在防护屏下先装入专用的粒子植入枪内，应用高压消毒法进行消毒。一般使用正常循环 121°C 、15 磅消毒 15~30 min；或用热蒸汽循环法 133°C 、30 磅消毒 3 min。也可用环氧乙烷气体消毒或将粒子放入有适当屏蔽作用的容器内用酒精浸泡 30 min 消毒，术前再将其装入已消毒的专用植入枪内供使用。

3、 ^{125}I 粒子植入过程中的剂量估算

当对患者病灶部位进行扫描时，进行手术的医生不会滞留在机房内，所以医生主要受粒子植入手术中 γ 射线的影响；操作 CT 和移动 C 形臂的医生是隔室操作，主要受 X 射线影响。

由项目产污流程可知，在 ^{125}I 装枪、试穿、粒子植入、TSP 计划系统验证、留院观察过程中产生的 γ 射线，由于试穿、粒子植入、TSP 计划系统验证均为手术医生近台操作，留院观察期间产生的 γ 射线受体主要为护理人员，而 ^{125}I 转运期间由厂家人员完成，医院医护人员受影响极小。根据院方提供的资料， ^{125}I 粒子植入治疗每次植入 ^{125}I 粒子数量最多 60 粒，活度为 $1.776 \times 10^9 \text{Bq}$ 。医生在粒子分装室内将 ^{125}I 粒子装入植入枪内，装枪操作是在铅屏蔽的手套箱内进行，医生胸部与 ^{125}I 粒子源的距离约为 50cm，操作时间约为 2min。进行手术的医生胸部距离 ^{125}I 粒子源的距离约为 50cm，每台手术约 30min~1h，其中植入粒子的时间约为 30s~1min，每年约有 1250 台粒子植入手术。由 3 名医生轮流进行手术。根据模式估算法来计算进行手术的医生所受的剂量，其关系式为：

$$H = H_0 \times e^{-\mu d} \quad \text{— 式 (6)}$$

$$H_0 = A \times t \times \Gamma_H / r^2 \quad \text{— 式 (7)}$$

上式中，H—工作人员身体上某点所受剂量 (Sv/a)；

μ — γ 辐射对铅的线衰减系数 (cm^{-1})，取为 1.5；

d—屏蔽体的厚度 (cm)，铅衣取 0.05，铅屏蔽箱取 1；

H_0 —源未经屏蔽时的剂量 (Sv)；

A—源的放射性活度 (Bq)；

Γ_{H^*} —周围剂量当量率常数 ($\text{aSv} \cdot \text{m}^2$)，取 9.9×10^{-18} (来自电离辐射剂量学基础第六章)；

r—考查点与放射源的距离 (m)；

t—操作时间 t (s)。

由式 (6) 和 (7) 估算结果，每名医生在进行粒子装枪操作时所受的剂量为 0.728mSv/a；每名医生在进行 ^{125}I 粒子手术时胸部所受年有效剂量为 1.632mSv/a。综上所述，每名医生在进行 ^{125}I 粒子操作时所受年剂量合计为 2.360mSv/a，低于本次评

价确定职业人员 5mSv 的年剂量约束值。

本项目所使用的 CT、移动 C 形臂均属于Ⅲ类医用射线装置，其管电压最大值为 150kV，根据《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2002），在治疗状态下，当 X 射线管额定电压≤150kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的 X 射线源组件泄露辐射不超过 1mGy/h。经过墙体、防护铅门和铅玻璃窗户的屏蔽作用，对周围辐射环境影响不大。

4、¹²⁵I 粒子植入体内后对环境的影响辐射安全要求

¹²⁵I 粒子系密封源，其性能符合国家相关标准，在正常使用中不会有 ¹²⁵I 核素释入环境，故将其植入患者体内后，其危害因素主要为γ辐射，因此患者体内植入 ¹²⁵I 粒子后，主要考虑γ辐射的环境影响。在 ¹²⁵I 粒子植入治疗中，粒子分布于肿瘤灶周围，而形成一个体内放射源。由于肿瘤一般呈节块状，故可近似为点状源。其γ辐射对公众和环境所致的剂量，ICRP 定义为“可能给出的吸收剂量”。故本报告引用此概念来分析其对环境和公众的辐射影响。

根据院方提供的信息，¹²⁵I 粒子的放射性活度最大为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ （0.8mCi），一般情况下根据肿瘤不同植入 60 粒，植入体内部位及深度因肿瘤类别、部位和大小等不同而异。植入患者体内的 ¹²⁵I 粒子源，其产生的γ射线，仅经组织吸收后，在其体表外可能受到的吸收剂量仍较大。根据相似规模项目的类比数据，植入深度越大、体表剂量越小。为此环评要求家庭成员和护理人员等其他密切接触者，与接受 ¹²⁵I 粒子植入治疗患者的距离尽量保持在 1m 以上。按照此要求实施，医务工作人员、陪护人员、护理人员所受辐射剂量水平远低于本次评价确定的剂量约束值，能够满足评价要求。

（三）环境保护目标影响分析

表 11-3 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	与射线装置最近距离 (m)	照射类型	所受年有效剂量 (mSv/a)
卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 DSA 机房	DSA 机房内手术医生	0.3	职业照射	3.143
	DSA 机房内护士	1.0	职业照射	0.657
	控制室内的技师（南侧）	2.0	职业照射	0.385
	污物间、导管库其他医护人员（北侧）	≥3.0	公众照射	7.2×10^{-4}
	设备间其他医护人员（南侧）	≥3.0	公众照射	7.2×10^{-4}
	DRF 室其他医护人员和患者（西侧）	≥2.5	公众照射	7.2×10^{-4}

	通过间、恢复室、抢救/增强准备室、卫生间其他医护人员和患者（东侧）	≥ 2.5	公众照射	7.2×10^{-4}
	室外坡道其他人员（楼上）	≥ 3.0	公众照射	7.2×10^{-4}
	地下车库其他人员（楼下）	≥ 3.0	公众照射	7.2×10^{-4}
卧龙湖康疗中心 1号楼一层 DR (1)室、DR(2) 室、DR(3)室、 钼靶机房、骨密 度机房、CT(1) 室、CT(2)室、 DRF室	控制室技师	2.0	职业照射	< 5.0
	患者通道、值班室、更衣室、医生办 公室其他医护人员和患者（北侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	设备间、库房其他医护人员（南侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	准备室、MRI 机房其他医护人员和患 者（西侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	DSA 机房、等候区其他医护人员和患 者（东侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼二层 DR 室	控制室技师	2.0	职业照射	< 5.0
	过道其他医护人员和患者（四周）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼三层全景 CT室、牙片室	控制室技师（北侧）	2.0	职业照射	< 5.0
	治疗室其他医护人员和患者（南侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	等候区、护士站其他医护人员和患者 （西侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	治疗室其他医护人员和患者（东侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼四层手术 (9)室、手术 (10)室	腔镜手术室及配套用房其他医护人员 和患者（北侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	消防通道、电梯、楼梯其他医护人员 和患者（南侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	设备间、控制室技师（西侧）	2.0	职业照射	< 5.0
	手术(11)室、手术(12)室其他医 护人员和患者（东侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼一层粒子 储存室、粒子分 装室和放射性废 物暂存室	进行粒子植入手术的医生	0.3	职业照射	< 5.0
	通道（北侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	负压吸引室（南侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	废弃物储存室（东侧）	3.0	公众照射	< 0.1
卧龙湖康疗中心 1号楼三层超声 (1)室	超声(1)室医生	0.3	职业照射	< 5.0
	心电(2)室、心电(3)其他医护人 员和患者（北侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	超声介入室、病人准备室、超声(6) 室其他医护人员和患者（南侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	超声(2)室其他医护人员和患者（西 侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1
	等候区、护士站其他医护人员和患者 （东侧）	≥ 3.0	公众照射	< 0.1

卧龙湖康疗中心 1号楼九层专用 病房	专用病房护士	0.3	职业照射	<5.0
	更衣室和医生办公室	3.0	公众照射	<0.1
	过道和楼梯间其他医护人员、患者和 陪护人员（南侧）	≥3.0	公众照射	<0.1

由此可知，离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标所受的年剂量满足职业人员 5.0mSv，公众人员 0.1mSv 的评价标准要求。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，则评价范围内其他环境保护目标所受的年剂量也满足职业人员 5.0mSv，公众人员 0.1mSv 的评价标准要求。

（五）射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除加高压零部件），确保装置无法再次通电使用。

二、放射源的贮存和转运

医院所用 ^{125}I 粒子购入后，存放于卧龙湖康疗中心 1 号楼一层粒子储存室内的保险柜中。使用时从粒子储存室内取出，在粒子分装室内装枪、消毒，用铅罐运送至 ^{125}I 粒子植入场所使用。产生的废 ^{125}I 粒子及时退回生产厂家。

^{125}I 粒子有良好的外包装屏蔽体，存放的保险柜也对其进行了有效屏蔽，其屏蔽体外的辐射水平符合国家相关标准。再经距离衰减和 370mm 实心砖墙屏蔽后，其所致室外环境和公众的剂量，明显低于国家标准规定的限值。

粒子储存室有专人管理，有相应的防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的“六防”安全措施，以确保放射源的安全。医院必须有完善的 ^{125}I 粒子贮存、领取、使用、归还登记和检查制度，做到交接账目清楚、账物相符，记录资料完整。

评价要求：

（1） ^{125}I 粒子源应放入相应的保险柜中，保险柜要有合适的屏蔽。放置应合理有序。放在容易鉴别和取放的位置。

（2）粒子储存室要有专人进行管理，并定期进行辐射剂量的监测，无关人员不准许进入。

（3）储存 ^{125}I 粒子源要有进出登记，包括生产单位、生产日期、到货时间、理化性质、活度和使用情况的详细记录等。

（4）转运 ^{125}I 粒子源时要使用与放射性物品类别相适应的运输容器进行包装，配备必要的辐射监测设备、防护用品和防盗、防破坏设备，并编制运输说明书、核与

辐射事故应急响应指南、装卸作业方法、安全防护指南。¹²⁵I 粒子源的转运要符合《放射性物品运输安全管理条例》（国务院第 562 号令）中的相关要求。

三、废水环境影响

¹²⁵I 粒子植入手术过程仅产生消毒废液，年产生量不超过0.01m³，由于其产生量较小，将该部分消毒废水归为医疗废水，并采用专门的医疗废液收集容器进行回收，然后由医院污水处理系统处理达标后，最终排入市政污水管网。

在病人留院观察期间可能会因不适产生一定量的呕吐物和咳嗽物（如痰液），由于在该部分废液中可能会带有植入的籽源，因此，对该部分废液应采用专门的容器进行回收（铅当量厚度为0.5mm），且每次排出后医生要求立即进行仔细检查，如有籽源，医生应采用长柄夹或长勺取出脱落的¹²⁵I 粒子，并存入铅罐后，将该部分废水直接排入医院污水处理系统，最终排入市政污水管网；如果没有籽源可将该部分废液直接排入医院污水处理系统。且禁止用手直接拿取。

根据医院诊疗需要，有些病人需留院观察，在此期间病人将产生一定量的生活废水，针对该部分病人医院设置了专门的病房、卫生间。病人的尿液和消化道排泄物要用专用的容器进行收集，医生检查是否有籽源，如有籽源医生用长柄工具将该回收放入铅罐后，将该部分废水直接排入医院污水处理系统，最终排入市政污水管网；如果没有籽源可将该部分废水直接排入医院污水处理系统，最终排入市政污水管网。

四、废气

DSA 和其它 III 类医用射线装置曝光过程中臭氧产生量很小，经通排风系统（风速 0.1m/s，风量 500m³/h，连续通风）处理后对环境影响较小。

五、固体废物

本项目固体废物主要来源于介入手术和 ¹²⁵I 粒子植入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等，产生量约为 2kg/月，年产生量为 24kg，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，以及陪护人员产生的生活垃圾均由环卫部门统一收集。废 ¹²⁵I 粒子暂存于放射性废物暂存室，由生产厂家回收。

六、噪声

各工作场所排风系统工作时，其噪声值范围在 50dB(A)~60dB(A)，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

（一）DSA 可能发生的事故

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，而且最大可能的事故主要有两种：

- ① DSA 运行时相关人员未做好防护工作，导致受超剂量照射或额外照射；
- ② 医务人员误操作，导致病人受超剂量照射或受其它的额外照射；

③ 医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

（二）III 类医用射线装置可能发生的辐射事故

本项目共涉及 13 台 III 类医用射线装置，分别为 4 台 DR、1 台乳腺钼靶 X 射线机、1 台骨密度 X 射线机、1 台口腔全景 X 射线影像诊断机、1 台牙片机、2 台 CT、1 台 DRF、2 台 C 形臂，为低危险射线装置，其可能发生的辐射事故如下：

- ① 设备运行时其它无关人员误入或滞留于机房；
- ② 医务人员误操作，导致病人受超剂量照射或受其它的额外照射。

根据 III 类医用射线装置的工作情况，事故情况下可使受照人员受超年剂量限值的

照射，属于一般辐射事故。

(三) ^{125}I 粒子植入项目可能发生的辐射事故

① ^{125}I 粒子源丢失、被盗，均可能使放射性药物释放到环境中，从而形成环境介质的放射性污染；

② ^{125}I 粒子源因外力作用发生钛壳破损，造成放射源的撒漏，这样就会使室内的设备、地面等受到放射性污染。

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线， ^{125}I 粒子植入项目主要的环境风险因子为工作时产生的 γ 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-4 中。

表 11-4 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA、DR、乳腺钼靶 X 射线机、骨密度 X 射线机、口腔全景 X 射线影像诊断机、牙片机、CT、DRF、C 形臂	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
^{125}I 粒子植入项目	γ 射线	放射性药物 ^{125}I 粒子丢失或破损导致人员受超年剂量限值的照射	

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（表 11-5）：

表 11-5 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
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故分析

(一) 医用射线装置事故的后果计算

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

(1) 事故假设

①在介入手术操作中，DSA 的控制系统失灵；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，介入手术人员在距 X 射线管主射束方向进行介入手术操作；

③假定该名手术人员在此停留时间为 6min，为穿戴铅衣等个人防护用品。

(2) 剂量估算

在上述条件下，若以《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中表 G1.4 中入射体表剂量率 100mGy/min 估算，得出术中误照人员受照剂量约为 600mGy/次。

(3) 事故后果

在上述事故情景假设条件下，被 DSA X 射线源误照人员已受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

2、维修射线装置时，人员受意外照射

(1) 事故情景假设

①设备维护人员在维护 DSA X 线机射线管或测量探测器时，突然发现射线管正处于出束状态，便立即离开中断电源；

②假若维护时，DSA 以透视模式运行，距靶 1m 处的辐射剂量率为 5.4mGy/min；

③DSA 上的指示灯和声音装置均失效；

④维护人员位于 X 射线主射束方向，距靶 1m 的地方，停留时间 2min，无任何屏蔽措施。

(2) 剂量估算

根据上述条件，计算得出维护人员受照剂量为 10.8mGy/人·次。

(3) 事故后果

在上述事故情景下，维护人员已受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

(二) ¹²⁵I 粒子植入项目事故的后果计算

1、¹²⁵I 粒子丢失、被盗

(1) 事故假设

①¹²⁵I 粒子发生丢失时按粒子储存室最大储存量 100 粒计，¹²⁵I 粒子的最大活度约为 80mCi 考虑；

②假设丢失后在整个事故持续时间内 ¹²⁵I 粒子未发生破损；

③保守假设事故持续时间内，丢失的药物被同一人随身携带，距离按 0.1m 考虑；

④事故持续最长时间为 3d；

(2) 后果计算与分析

根据剂量估算模式分别计算出距放射同位素 0.1m、0.2m、0.5m、1.0m、2.0m、5.0m、10m 处的个人有效剂量。事故持续时间分别计算 4h、8h、1d、2d、3d 的情况。见表 11-6。

表 11-6 ¹²⁵I 粒子丢失事故下不同持续时间不同距离处剂量分布表

距源距离 (m)	各事故持续时段的 γ 射线所致辐射剂量 (Gy)				
	4h	8h	1d	2d	3d
0.1	1.17×10^{-5}	2.34×10^{-5}	7.02×10^{-5}	1.40×10^{-4}	2.11×10^{-4}
0.2	2.93×10^{-6}	5.86×10^{-6}	1.76×10^{-5}	3.52×10^{-5}	5.27×10^{-5}
0.5	4.69×10^{-7}	9.38×10^{-7}	2.81×10^{-6}	5.63×10^{-6}	8.44×10^{-6}
1.0	1.17×10^{-7}	2.34×10^{-7}	7.02×10^{-7}	1.40×10^{-6}	2.11×10^{-6}
2.0	2.93×10^{-8}	5.86×10^{-8}	1.76×10^{-7}	3.52×10^{-7}	5.27×10^{-7}
5.0	4.69×10^{-9}	9.38×10^{-9}	2.81×10^{-8}	5.63×10^{-8}	8.44×10^{-8}
10.0	1.17×10^{-9}	2.34×10^{-9}	7.02×10^{-9}	1.40×10^{-8}	2.11×10^{-8}

根据上表可知，当 ¹²⁵I 粒子发生丢失时按粒子储存室最大储存量 100 粒计算，丢失三天对环境产生的剂量最大为 $2.11 \times 10^{-1} \text{mGy}$ ，大于本项目确定的公众年剂量 0.1 mSv 的约束值，结合表 11-11，为一般辐射事故。

2、¹²⁵I 钛壳破损

根据γ射线估算模式进行计算，在事故持续 1h 的情况下，距破损 ¹²⁵I 粒子 0.1m 处 γ射线射辐射剂量为 0.106mGy，结合表 11-10 可知，急性放射病发病率在 1%之下，事故持续 7h，可使人员超剂量照射而构成一般辐射事故。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

(一) DSA 的事故与应对措施

DSA 属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的

几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，介入机主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别最高为较大辐射事故。

为了防止事故的发生，应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；②实施介入诊疗的质量保证；③做好医生的个人防护；④做好病人非投照部位的防护工作；⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当 DSA 导致较大辐射事故时，应即时上报自贡市环境保护局。

（二）III类医用射线装置事故分析与防范应对措施

本项目共涉及III类医用射线装置 13 台，为低危险射线装置，发生事故时一般不会对受照者造成辐射损伤，事故等级属一般辐射事故。

III类医用射线装置主要事故是由于设备控制失灵或操作失误或质保不佳，使被检者受到不必要的照射。因此，在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当导致一般辐射事故时，医院及时上报自贡市环境保护局。

（三）¹²⁵I 粒子植入项目事故分析与防范应对措施

本项目涉及的 CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室、粒子储存室和粒子分装室均属于丙级非密封放射性物质工作场所，应参照 III 类密封型放射源进行安全管理。由于核素的操作量较大，一旦发生事故有可能导致环境的放射污染。¹²⁵I 粒子植入项目中较常见的事故有：

（1）放射性药物丢失、被盗或工作场所失火，均可能使放射性药物释放到环境中，从而形成环境介质的放射性污染。

应对措施：医院应当在放射性药物的签收、储存和发放等环节有详细的程序和记录，实行专人专锁专管，切实做好防火防盗，以此避免此类事故的发生。

（2）¹²⁵I 钛壳破损或在操作过程中会产生撒漏的可能性，这样就会使 CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室、粒子储存室和粒子分装室内的设备、地面等受到放射性污染。

应对措施：对大剂量的治疗用量必须格外小心，要严格按照操作规程进行，尽量避免污染事故的发生，操作台面应有防治污染用的塑料覆面，在操作放射性核素和药物后应进行表面污染监测；遇到放射性药品抛洒的意外情况时尽快进行处理，争取在最短的时间内将事故排除，事故处理时应穿戴防护用品，以避免不必要的污染。

(3) 对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立全院安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④制定全院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

自贡市中医医院已成立辐射防护领导小组（中医办发[2017]103号），领导小组组长为邓昭红。

（1）领导小组文件已包含内容：

①负责协调各个科室做好辐射防护相关的工作，检查督促事故的预防措施和应急救援的各项准备工作；

②指导现场人员疏散和自救，保护现场、控制危险事故的扩大，并负责向环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作；

③负责抢修因事故破坏的设备、设施；防止事故扩大；为应急行动提供设备保障（包括应急救援器材、防护器材等）；

④检查应急措施是否得当和落实，提出防范措施和总结事故教训；

⑤定期组织辐射工作人员学习辐射事故应急知识并进行应急演练。

（2）根据医院机构调整和相关文件要求，医院在以后工作中还需做到：

①定期检查医院辐射工作人员执行各项规章制度和技术操作规程情况，保证辐射防护、安全与诊疗质量；

②定期委托有资质的单位对辐射工作场所和防护设施进行检测，保证辐射水平符合有关规定；

③按照国家对辐射防护的有关规定和标准，定期对医院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康体检；

④定期进行专业及防护知识培训，并督促辐射工作人员建立个人剂量、职业健康管理和教育培训档案；建立辐射防护的相关资料并存档；督促制定年度工作计划，并完成工作总结；

⑤待本项目建成后，应及时调整辐射安全领导小组的结构，增加自贡市中医医院卧龙湖康疗中心负责人及相关人员职责职能。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

医院卧龙湖康疗中心所涉及医用射线装置需配备20人，其中医生4人，护士2人，技师14人；¹²⁵I 粒子植入项目需配备医生3名、护士11名。医院承诺项目建成后，所有辐射工作人员将参加辐射安全与防护培训学习。

三、辐射安全管理规章制度

1、档案分类管理

医院应对相关资料进行分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

2、规章制度

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号要求，辐射安全管理规章制度落实情况见下表。

表 12-1 本项目辐射管理制度汇总对照分析表

序号	制度名称	落实情况	要求新增的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定	
2	辐射安全管理规定	已制定	
3	辐射工作设备操作规程	已制定	内容悬挂于辐射工作场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	内容悬挂于辐射工作场所墙上
5	辐射工作人员岗位职责	已制定	内容悬挂于辐射工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	已制定	
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需完善	内容应包括：辐射工作场所的监测因子、监测内容、监测频次及布点方案，参考本章辐射监测方案
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定	
9	辐射工作人员培训制度	已制定	
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需完善	内容应包括：对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认
11	辐射事故应急预案	已制定	内容悬挂于辐射工作场所墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需完善	内容应增加：受检者非照射部位所采取的辐射防护措施

《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体

现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布的新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。建设单位在按照环评要求对制度、人员、场所、设施等进行补充完善后，项目符合辐射安全及环境保护要求。

四、辐射监测

医院建立了《辐射剂量监测制度》，包括工作场所监测、个人监测和企业自我监测，应结合上节对《辐射剂量监测制度》内容的完善要求，并按照以下监测方案、频次、监测因子实施。

1、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，监测周期为 1 次/季。当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

辐射工作人员个人剂量档案内容应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将个人剂量档案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。

2、工作场所监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年。该辐射监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

3、医院自我监测

医院定期（监测周期为 1 次/月）对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备案。医院可以购买便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

4、监测内容与要求

①监测内容：X— γ 射线、 β 表面污染。

②监测范围：控制和监督区域及周围环境。

③监测布点方案：

表 12-3 本项目监测布点方案表

场所或设备	监测内容	监测布点位置
DSA	X-γ空气吸收剂量率	操作位、防护小门、防护大门、与机房相邻的房间
III类医用射线装置	X-γ空气吸收剂量率	操作位、防护小门、防护大门、与机房相邻的房间
¹²⁵ I 粒子植入项目	X-γ空气吸收剂量率	粒子储存室、粒子分装室、放射性废物暂存室、专用病房门口、CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室、超声（1）室
	表面沾污	粒子储存室地面、粒子分装室地面、CT（1）室地面、CT（2）室地面、超声（1）室地面

④监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

⑤监测范围：控制和监督区域及周围环境

⑥监测质量保证：

a. 制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；

b. 监测方法参照年度监测报告采用的相关标准方法或推荐方法；

c. 制定辐射环境监测管理制度。

五、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mep.gov.cn/>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

(1) 医院辐射事故应急预案内容

医院辐射事故应急预案内容包括：应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

(2) 本项目辐射事故应急预案可行性分析

医院辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

①应急人员的培训。

②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

③增加辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。

④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其环境保护、公安、卫生计生等部门报告。

⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府环境保护主管部门备案。

⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向医院主管领导报告。

(2) 医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门（四川省环境保护厅值班电话：028-80589003（昼）、028-80589100（夜），自贡市环境保护局值班电话：0813-8201359）和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：卧龙湖康疗中心 ^{125}I 粒子植入及医用射线装置应用项目

建设单位：自贡市中医医院

建设性质：扩建

建设地点：自贡市高新区卧龙大道南侧卧龙湖康疗中心内

本次具体建设内容及规模为：医院在卧龙湖康疗中心安装使用 1 台 DSA、4 台 DR、1 台 DRF、2 台 CT、1 台乳腺钼靶 X 射线机、1 台骨密度 X 射线机、1 台牙片机、1 台口腔全景 X 射线影像诊断机、2 台移动 C 形臂，DSA 属于 II 类医用射线装置，其余均为 III 类医用射线装置。拟在卧龙湖康疗中心 1 号楼一层 CT（1）室、CT（2）室、手术（9）室、手术（10）室和超声（1）室开展 ^{125}I 粒子植入项目， ^{125}I 粒子年用量为 $2.22 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，日实际最大操作量为 $1.776 \times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $1.776 \times 10^7\text{Bq}$ 。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录(2011 年本)〉有关条款的决定》(国家发展改革委 2013 年第 21 号令)相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。本项目的运营可为自贡市病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有放射性实践的正当性。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于自贡市高新区卧龙大道南侧卧龙湖康疗中心内，项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省辐安环境监测有限公司的监测报告，项目所在地的 γ 辐射空气吸收剂量率背景值属于正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

1、DSA 的环境影响分析

DSA 机房内 DSA 投入运行后，手术医生所受年有效剂量为 3.143mSv，护士所受年有效剂量为 0.657mSv，技师所受年有效剂量为 0.385mSv，公众所受年有效剂量为 7.2×10^{-4} mSv。

手术医生手术位腕部皮肤受到年有效剂量最大为 3.6mSv/a，低于《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（500mSv/a）和本报告执行的剂量约束值（125mSv/a）。

DSA 投入运行后，产生的 X 射线经机房墙体、门屏蔽防护后，对机房外公众和职业人员影响较小。

2、III 类医用射线装置的环境影响分析

III 类医用射线装置投入运行后，产生的 X 射线经机房墙体、门屏蔽防护后，对机房外公众和职业人员影响较小。

3、¹²⁵I 粒子植入项目的环境影响分析

每名医生在进行粒子装枪操作时所受的剂量为 0.728mSv/a；每名医生在进行 ¹²⁵I 粒子手术时胸部所受年有效剂量为 1.632mSv/a。综上所述，每名医生在进行 ¹²⁵I 粒子操作时所受年剂量合计为 2.360mSv/a。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量均低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量均低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。

九、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，建设单位自贡市中医医院在医院网站上进行了公示，截至报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

十、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

十一、项目环保竣工验收检查内容

表 13-1 环境保护竣工验收一览表

项目	设施
DSA 机房	铅防护门 2 扇（4mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（3.6mm 铅当量）
	工作状态指示灯 1 个
	电离辐射警告标志 1 个
	床下铅帘（机器自带）1 副
	悬吊铅帘（机器自带）1 副
	门灯连锁装置 1 套
	室内安装紧急制动装置 1 套
	对讲装置 1 套
	个人剂量计 7 套
	个人剂量报警仪 4 个
	铅衣 3 套、铅围脖 3 个、铅手套 3 双、铅眼镜 3 副
DR（1）室、DR（2）室、DR（3）室、DRF 室、钼靶机房、骨密度机房、CT（1）室、CT（2）、全景 CT 室、牙片机室、手术（9）室、手术（10）、DR	铅防护门 26 扇（4mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 13 扇（3.6mm 铅当量）
	工作状态指示灯 13 个
	电离辐射警告标志 13 套
	门灯连锁装置 13 套
	室内安装紧急制动装置 13 套

室	对讲装置 13 套
	个人剂量计 13 套
	铅衣 13 套、铅围脖 13 个
¹²⁵ I 粒子植入项目	视频监控与对讲系统 1 套
	工作状态指示灯 1 套
	电离辐射警告标志 1 套
	铅衣 4 套、三角巾 4 个、铅帽 4 套
	个人剂量计 14 套
	拾源器具和放射性固废收集设施（长柄钳、铅罐）1 套
	放射性废液收集装置及标识 1 套
	手套箱 1 个
	病人生活废水收集容器 1 套
	专用保险柜 1 个
	便携式表面沾污仪 1 台
	活度计 1 台
其他	辐射工作人员培训费
	便携式辐射剂量监测仪 1 台

建议和承诺

1、医院每年要对本院的放射性核素及射线装置的使用情况、辐射防护情况进行年度评估，评估结果报送当地环境保护部门；

2、定期向当地环保部门报送个人剂量信息；

3、辐射工作人员应积极参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核；

4、经常检辐查各射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换；

5、应履行向病人实施告知义务的要求；

6、医院针对新增射线装置、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mep.gov.cn/>)中实施申报登记；

7、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4号）规定：

（1）建设单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（kjs.mpe.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或

者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

① 本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

② 对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③ 验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

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