

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及
后装机房项目
环境影响报告表

阜阳市肿瘤医院

二〇二〇年八月

环境保护部监制

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00017022
No.



持证人姓名:

Signature of the Bearer

2015035320352014320132000345

管理号:
File No.

姓名: 冯传银
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1984年01月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2015年05月
Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2015 年 10 月 12 日

Issued on



填表说明

1.此环境影响报告表按照《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）的要求进行编制；

2.以下核技术利用建设项目需填报此环境影响报告表：

- 1) 制备 PET 用放射性药物的；
- 2) 医疗使用 I 类放射源的；
- 3) 使用 II 类、III 类放射源的；
- 4) 生产、使用 II 类射线装置的；
- 5) 乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；
- 6) 在野外进行放射性同位素示踪试验的。

放射源分类见《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），射线装置的分类见《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）。

3.此环境影响报告表中当量剂量与有效剂量等效使用。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目			
建设单位		阜阳市肿瘤医院			
法人代表	陈志军	联系人	王易宇	联系电话	17755850767
注册地址		安徽省阜阳市河滨东路 146 号			
项目建设地点		安徽省阜阳市河滨东路 146 号			
立项审批部门		阜阳市颍东区发展和改革委员会、医院医学装备管理委员会	批准文号	发改中心社会[2019]35 号	
建设项目总投资 (万元)	1960	项目环保投资 (万元)	60	投资比例 (环保投资/总投资)	3.06%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input checked="" 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	/		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类		
其他					

项目概述:

1、建设单位概况、项目建设规模、目的和任务由来

1.1 建设单位概况

阜阳市肿瘤医院（原阜阳市人民医院）创建于 1949 年，1988 年改建为以肿瘤防治为特色的综合性医院，1995 年被卫生部授予“二级甲等医院”。阜阳市抗癌协会设在本院；阜阳市卫计委肿瘤内科质控中心挂靠本院；2007 年被卫生部定为“淮河流域癌症综合防治—肝癌筛查、早诊、早治”定点单位；2008 年被卫生部定为“肿瘤早诊、早治、普查定点单位”；2010 年 8 月被阜阳市组织部人才工作领导小组授予“阜阳市首批产业创新团队”——“阜阳市肿瘤医院肿瘤微创治疗创新团队”；2011 年被卫生部

疾病预防控制局、国家癌症中心、安徽省卫生厅授予“淮河流域癌症早诊早治示范基地”。2020年6月16日医院取得三级医院执业许可证。医院占地面积90余亩，固定资产3亿多元。现有在职职工1066名，其中专业技术人员941人，（卫生专业技术人员890人）。全院职称人员正高6人，副高55人，中级281人，硕士研究生37人。编制床位数750张，实际开放床位934张，2019年门诊总人次239972人次。

全院共设置60余个临床、医技、职能科室。其中肿瘤治疗相关科室有耳鼻咽喉头颈外科、口腔颌面外科、胸外科、乳腺外科、腹部肿瘤外科、肿瘤放射治疗科、肿瘤内科、肿瘤微创治疗中心、肿瘤介入科、妇瘤科等。肿瘤内科是阜阳市的市级临床重点学科；肿瘤放射治疗科、耳鼻咽喉头颈外科是阜阳市的市级特色学科；超声介入阜阳市内领先；病理科为阜阳市年检肿瘤病理标本最多的学科。

阜阳市肿瘤医院持续提升肿瘤多学科综合诊治能力与学术水平，力争在3年内创建三级肿瘤专科医院，成为皖西北患者首选的肿瘤诊疗中心。医院愿以优秀的肿瘤学专业人才、先进的医疗设备、精湛的医疗技术、科学的医院管理、舒适的就医环境和人性化的关怀照顾，让每一位肿瘤患者在就医中获益。

1.2 建设目的及规模

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，根据医院建设规划，拟新建9号楼（五层平顶结构），建筑面积1600m²，并将在拟建场所设置1台后装机（配套使用¹⁹²Ir放射源1枚）、⁹⁹Mo-^{99m}Tc显像诊断——配套使用1台SPECT-CT。

因此，此次评价内容为：医院新建9号楼建设期及运营期环境影响评价，后装机和ECT工作场所运营期环境影响评价。阜阳市肿瘤医院新建ECT及后装机房项目工程建设内容见表1-1，核技术应用项目详见表1-2。

表 1-1 本次工程建设内容一览表

项目组成	建设内容	建设规模
主体工程	1、一层：后装机房、医生办公室、控制室、准备室等； 2、二层：ECT机房、注射后候诊室、候诊室、看片室、操作间等； 3、三层：病房，床位15张； 4、四层：病房，床位15张； 5、五层：保管室。	占地面积约320m ² ，建筑面积约1600m ² 。
环保工程	1、施工场界建设围墙或彩钢板围栏，满足降噪、防尘要求； 2、选用低噪声施工机械与施工方式、施工期隔声减震等降噪措施、洒水抑尘措施（定期洒水，视情况可适当增加洒水频率）、沉砂池等	/

	施工期的临时环保工程： 3、机房设置防护门、工作状态指示灯及警告标志； 4、在 9 号楼南侧设置一个埋地式衰变池。衰变池为四级衰变，串联布置，四周及底板为 250mm 钢筋混凝土结构（密度为 2.35g/cm ³ ），顶板为 200mm 钢筋混凝土，总容积为 67.5m ³ 。	
依托工程	1、医院现有的供水管网； 2、污水处理站，处理能力 800m ³ /d； 3、普通固体废弃物委托环卫部门处理； 4、医疗废弃物设置暂存点，委托阜阳市利康医疗废物处置有限责任公司处置。	/

表 1-2 阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目具体情况一览表

放射源								
序号	放射源名称	数量	单枚/套活度 (Bq)	放射源类别	工作场所名称	环评、许可及验收情况	备注	
1	铯-137	1	3.7×10 ¹¹ (10Ci)	III	9 号楼一层后装机房	此次环评	后装机	
非密封放射性物质								
序号	工作场所等级	核素名称	拟申请的日等效最大操作量 (Bq)	工作场所名称	环评、许可及验收情况	备注		
1	乙级	钼-99	2.96×10 ⁷	9 号楼二层 ECT 工作场所	此次环评	淋洗		
		锝-99m	2.96×10 ⁷			显像诊断		
射线装置								
序号	射线装置名称	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	环评、许可及验收情况	备注
1	SPECT-CT	1	≤150	≤1000	III	9 号楼二层 ECT 工作场所	此次环评	显像诊断

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目场所建设已获得阜阳市颍东区发展和改革委员会立项的函（详见附件二），设备购置资金为医院自筹，已通过阜阳市肿瘤医院医学装备管理委员会会议，项目总投资 1960 万元。主要用于设备采购，场所建设以及屏蔽防护和防护用品采购等，该项目具体投资估算详见表 1-3。

表 1-3 本项目总投资估算一览表

序号	投资分类	环保投资 (万元)
1	设备采购	1200
2	场所建设	700
3	环保投资	60
合计		1960

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目应在开工建设前编制环境影响评价文件。本项目涉及Ⅲ类放射源、非密封放射性核素乙级工作场所和Ⅲ类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，本项目需编制环境影响报告表。受阜阳市肿瘤医院委托，核工业二七〇研究所承担该项目环境影响评价的工作。通过资料调研、现场监测、评价分析，编制此环境影响报告表。

1.3 项目选址及周边环境概况

阜阳市肿瘤医院位于安徽省阜阳市河滨东路 146 号，其所在区域图详见附图一。医院东侧为肿瘤医院巷（宽 6m），南侧紧临时大庄，西侧隔着桃园巷（宽 6m）为桃园社区，北侧紧临河滨东路。

本项目新建 9 号楼东侧为院区道路，南侧 25m 处为医院中心保管室，西侧紧临医院 3 号楼，北侧 53m 处为医院新病房大楼。本项目涉及的后装机房东侧和南侧为院区空地，西侧为控制室，北侧为患者洗浴和候诊区，楼上为注射后候诊室及留观室，楼下为土壤层，ECT 工作场所东侧和南侧为户外悬空，西侧为 3 号楼二层神经内科病房，北侧为候梯厅，楼上为病房，楼下为后装机房及相关辅助用房。本项目所在地周边环境关系示意图详见图 1-1，拟建场址及周边环境现状见图 1-2，各楼层平面布置图详见附图三至附图七。

1.4 “三线一单”符合性分析

本项目不在生态保护红线范围内，未改变区域环境质量底线，其水、电等资源利用未突破资源利用上线；符合环境准入负面清单要求；因此本项目的建设符合“三线一单”要求，详见下表：

表 1-4 项目与“三线一单”符合性分析

内容	本项目概况	符合与否
生态保护红线	本项目与最近的生态红线（颍河）最近距离约为 300m，本项目与生态红线图位置关系详见附图二。因此，本项目不在安徽省生态保护红线范围内。	符合
环境质量底线	根据项目对污染源的预测评价，项目各污染物在本环评提出的防治措施处理的前提下，对所在区域的环境影响甚微，不会突破环境质量底线。	符合
资源利用上线	本项目运营期间，消耗一定量的电源、水资源，该项目涉及的职工食堂、给排水、应急电源等相关公、辅工程均利用现有设施，基本不会	符合

	增加资源的利用量，符合资源利用上线要求。	
环境准入负面清单	对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的医疗卫生服务建设类项目，符合当前国家产业政策要求，符合环境准入负面清单的要求。故不属于环境准入负面清单内的项目。	符合

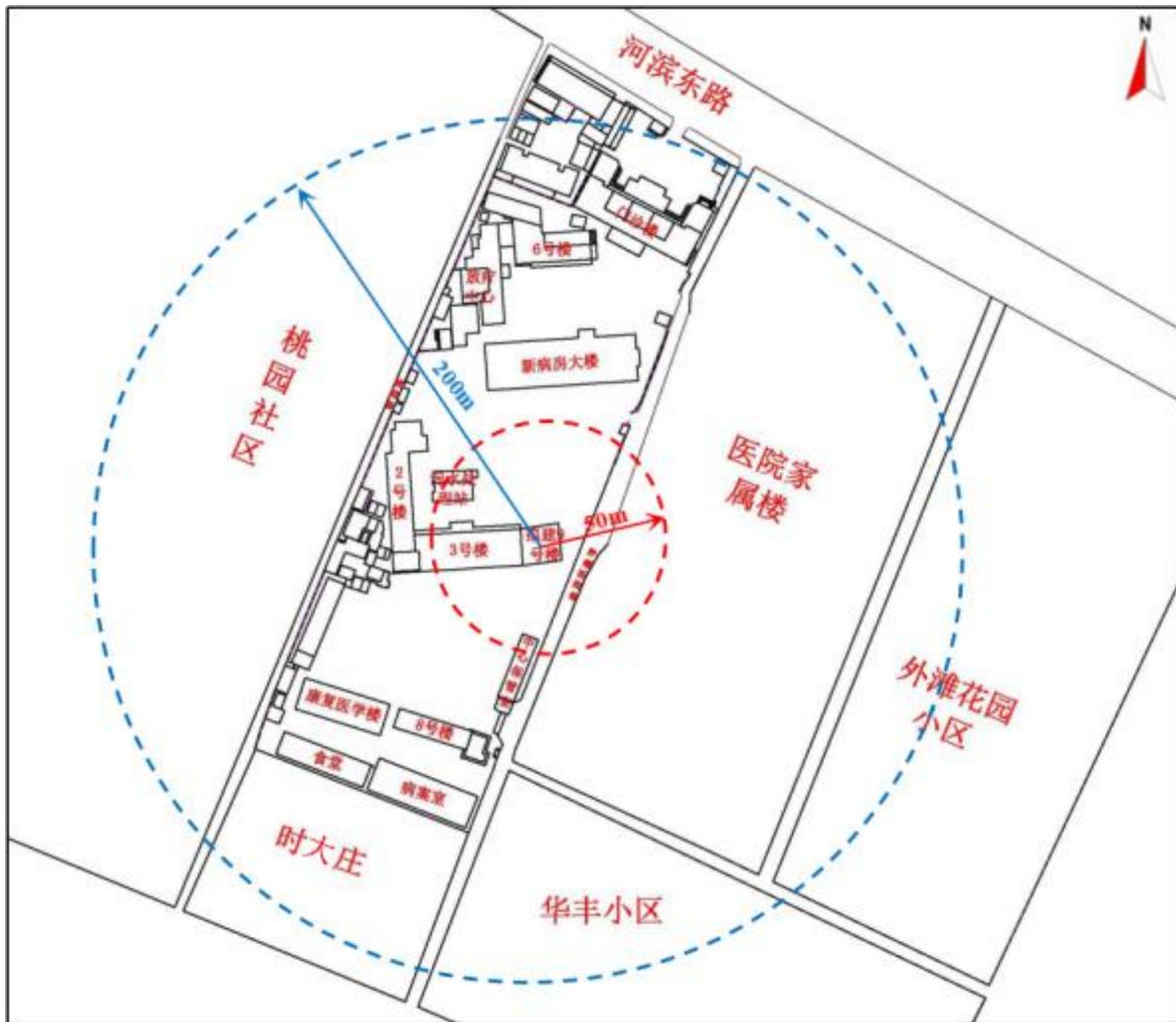


图 1-1 项目所在地周边环境关系示意图



拟建 9 号楼场址处现状



拟建 9 号楼东侧现状



拟建 9 号楼南侧现状



拟建 9 号楼西侧现状



拟建 9 号楼北侧现状

图 1-2 拟建场址及周边环境现状

2、原有核技术利用项目许可情况

阜阳市肿瘤医院于 2018 年 12 月 14 日重新申请取得了安徽省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：皖环辐证[00138]，其许可种类和范围为：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2023 年 12 月 13 日（见附件四）。辐射安全许可证许可 V 类放射源 ^{90}Sr 1 枚， ^{125}I 粒子植入丙级非密封放射性物质工作场所，射线装置 14 台（其中 II 类射线装置 3 台、III 类射线装置 11 台）。

医院于 2015 年 5 月委托有资质单位对医院 1 枚 ^{90}Sr 放射源及 7 台射线装置（1 台医用直线加速器、2 台 C 臂机、1 台模拟定位机、1 台 CT 机、1 台数字胃肠机、1 台 DR）进行了竣工环境保护验收，并于 2015 年 6 月 5 日取得了原安徽省环境保护厅的验收批复，批复文号为皖环函[2015]675 号（见附件三）；于 2017 年 1 月委托有资质单位对医院 1 台 DSA 进行了进攻环境保护验收，并于 2017 年 2 月 7 日取得了原安徽省环境保护厅的验收批复，批复文号为皖环函[2017]155 号（见附件三）；2018 年 11 月 27 日对医院 1 台直线加速器进行了自主验收，并取得了自主验收意见（见附件

三)。医院现有射线装置均于 2019 年底委托合肥金浩峰检测研究院有限公司进行了放射防护检测，检测结果显示，医院现有射线装置辐射防护情况均符合要求（部分检测报告详见附件七）。医院现有核技术应用情况一览表见表 1-5。

表 1-5 阜阳市肿瘤医院现有核技术应用项目具体情况一览表

放射源									
序号	放射源名称	数量	单枚活度 (Bq)	放射源类别	工作场所名称	使用情况	环评、许可及验收情况	备注	
1	铯-90	1	1.5×10 ⁹	V	门诊二层皮肤科	在用	已环评、许可及验收	敷贴治疗	
非密封放射性物质									
序号	工作场所等级	核素名称	拟批准的日等效最大操作量 (Bq)	工作场所名称		使用情况	环评、许可及验收情况	备注	
1	丙级	碘-125	8.88×10 ⁶	放疗中心粒子植入中心		在用	已环评、许可	粒子植入	
射线装置									
序号	射线装置名称	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评、许可及验收情况	备注
1	医用直线加速器	1	X 线：6、10MV		II	放疗中心	在用	已环评、许可及验收	CL23EX
2	C 臂机	1	30	100	III	手术室			ZEN3090
3	C 臂机	1	30	100	III	手术室			ARCADISOrb ic
4	模拟定位机	1	125	500	III	放疗中心			SL-IE
5	数字胃肠机	1	125	800	III	放射科			GMM PEA
6	DR 机	1	120	900	III	放射科			Digital D
7	CT 机	1	135	400	III	CT 室			AUQILION64
8	医用直线加速器	1	X 线：6MV		II	老放疗科		已环评、许可及验收	unique
9	DSA	1	125	800	II	放疗中心		INNOVA3100 -IQ	
10	乳腺钼靶机	1	35	120	III	放射科		已环评、许可（备案）	Dimensions
11	口腔全景机	1	77	10	III	放射科			Pan eXam
12	DR 机	1	150	1000	III	放射科			GMM-CAL YTSO
13	CT 机	1	140	715	III	放疗中心			Discovery CT590 RT
14	移动 DR	1	85	500	III	放射科		GOptimaXR2 20amx	

根据本次现场调查可知，现有核技术利用项目环保执行情况如下：

2.1 关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）的要求，阜阳市肿瘤医院根据核技术应用现状，于 2020 年 7 月调整了辐射安全和放射防护管理领导小组，建立了以院领导郭兴来（培训证书编号为：皖环辐培 B1806026）为组长的辐射安全和放射防护管理领导小组，负责全院放射卫生防护监督管理工作，保障放射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的基本组成涵盖医院核技术应用各使用部门及相关科室。

2.2 关于监测计划和监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）的要求，阜阳市肿瘤医院为对辐射工作人员所受辐射剂量进行控制，委托了安徽省中环检测有限公司、合肥金浩峰检测研究院有限公司对放射工作人员进行例行个人累积剂量检测，医院现有 89 名辐射工作人员于 2019 年 4 月至 2020 年 5 月期间均配带个人剂量计，并进行了个人剂量检测，其中 2019 年 7 月至 2019 年 8 月，由于更换个人剂量检测单位，漏检一个月，情况说明详见附件十。2019 年 4 月至 2019 年 7 月李翔宇、储继伟、胡宪强、江丽丽、王光明、饶国标、代俊杰、宗训付、孙再冉、欧阳超、章振伟，共计 11 人由于个人剂量计丢失，个人剂量监测报告中给予名义剂量（0.20mSv），医院已出具情况调查表，详见附件十一。2019 年 4 月至 2020 年 5 月个人剂量计送检报告详见附件九。

送检结果表明：医院辐射工作人员年累积剂量在 0.071mSv~1.083mSv 范围内，现有辐射工作人员所受累积剂量均没有超过项目剂量约束限值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业人员的剂量限值（20mSv）的要求。

医院在以后的日常工作中进一步加强辐射管理工作，加大检查力度并及时对不符合项进行整改，对医院所有在职辐射工作人员进行个人剂量监测，并按规定周期送检，不允许漏测和个人不交个人剂量计，建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超过剂量管理限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，做好个人剂量档案及身体健康检查。

目前，阜阳市肿瘤医院已制定了辐射工作场所及周围辐射水平日常监测计划，已配置了 1 台 AT1121 型 X、 γ 剂量率仪，1 台 CoMo170 型 α 、 β 表面污染仪、1 台 RM905a

型放射性活度计、1 台辐射防护监测仪（探测光子能量下限低于 20keV）用于开展日常监测工作，并且配备了 15 件铅橡胶围裙、15 顶铅橡胶帽子、15 个铅橡胶颈套、2 个铅防护眼镜、2 套铅防护手套、10 件铅橡胶三角裤等个人防护用品。

2.3 关于辐射安全与防护考核

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的要求，阜阳市肿瘤医院为提高辐射工作人员的专业技能和放射防护工作重要性的认识，一直积极组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，目前医院 89 名辐射工作人员中 88 人均参加了辐射安全培训并取得培训合格证，医院应尽快安排未取得辐射安全与防护培训证书人员（卜磊磊）学习辐射安全与防护知识并通过考核。部分辐射工作人员辐射安全与防护培训证书详见附件八。

2.4 关于职业健康体检

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部第 55 号令）的要求，阜阳市肿瘤医院制定了《放射工作人员健康体检制度》，制度规定对放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。医院现有 89 名辐射工作人员均于 2018 年 8 月进行了职业健康体检，体检结果显示其中 80 名辐射工作人员可继续从事辐射工作，另外 9 名辐射工作人员体检结果显示需进行复查，医院应尽快安排上述 9 名辐射工作人员进行复查，辐射工作人员职业健康体检结果详见附件十二。辐射工作人员职业健康体检快超过 2 年，医院已委托阜阳美康健康体检检验中心进行职业健康体检，辐射工作人员已进行体检，结果未出来，委托合同详见附件十三。

2.5 关于年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，阜阳市肿瘤医院应对各核技术应用项目的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告（年度评估报告应当包括核技术应用台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容），并于每年 1 月 31 日前编制上一年度评估报告并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。发现安全隐患的，应当立即进行整改，阜阳市肿瘤医院已上将 2019 年年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

2.6 关于操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）要求，阜阳市肿瘤医院根据现有核技术应用情况，制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性同位素使用登记表》、《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》等一系列规章制度，基本能满足现有核技术应用项目的管理需要。

但尚存在一些问题和需进一步明确的内容，医院辐射安全和放射防护管理领导小组应牵头对医院现有的辐射安全与防护相关制度进行系统修订（修订建议详见表 1-6），提高制度的可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。

表 1-6 现有规章制度修订建议

序号	制度名称	存在的问题	修订建议
1	辐射工作人员培训计划	培训组织机构已不是辐射环境监测站	辐射工作人员自行登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全与防护知识并通过考核
2	辐射事故/事件应急预案	无相关责任人联系电话，无相关政府部门联系电话	应明确相关责任人及联系电话，明确相关政府部门及联系电话

表 1-7 辐射工作人员个人剂量计送检、辐射安全培训及职业健康体检结果（单位：mSv）

序号	姓名	2019.4-2019.7	2019.8-2019.11	2019.11-2020.2	2020.2-2020.5	年剂量	辐射安全培训证书编号	职业健康体检日期	继续从事辐射工作（是/否）
1	范光东	0.12	1/2M	0.050	0.044	0.214	皖环辐培 B1806029	2018.8	是
2	邹曦	0.15	0.124	—	0.049	0.323	皖环辐培 B1806008	2018.8	是
3	李新亚	0.16	0.050	0.037	0.030	0.277	皖环辐培 B1806007	2018.8	是
4	曾继贤	0.13	0.046	0.004	0.054	0.234	皖环辐培 B1806028	2018.8	是
5	董冬青	0.12	0.017	0.012	—	0.149	皖环辐培 B1806033	2018.8	是
6	张铁	0.20	0.062	0.015	0.079	0.356	皖环辐培 B1806041	2018.8	是
7	潘贝贝	0.20	0.066	0.062	0.069	0.397	皖环辐培 B1806001	2018.8	是（复查）
8	刘晓见	0.16	0.062	0.025	0.568	0.815	皖环辐培 B1806009	2018.8	是（复查）
9	邵惠茹	0.18	0.058	产假		0.238	皖环辐培 B1805129	2018.8	是
10	陈文保	0.20	0.066	0.066	0.049	0.381	皖环辐培 B1806011	2018.8	是
11	夏帮红	0.17	0.153	0.054	0.044	0.421	皖环辐培 B1806002	2018.8	是
12	魏博文	0.15	0.054	0.058	0.069	0.331	皖环辐培 B1806030	2018.8	是
13	李诚泽	0.18	0.062	0.037	0.025	0.304	皖环辐培 B1806014	2018.8	是
14	杨俊岭	0.18	0.087	0.058	0.093	0.418	皖环辐培 B1806031	2018.8	是
15	李翔宇	0.20（剂量卡丢失）	0.070	—	0.572	0.842	皖 2016071089	2018.8	是
16	卢璜	0.18	0.091	0.054	0.049	0.374	皖环辐培 B1806035	2018.8	是
17	桑红	0.03	0.013	0.058	—	0.101	皖 2016061078	2018.8	是

18	常文婷	0.16	0.099	0.062	—	0.321	皖 2017071091	2018.8	是
19	张亮	0.20	0.103	0.070	0.083	0.456	皖环辐培 B1806044	2018.8	是
20	丁鑫	新进员工	0.062	0.037	0.030	0.129	皖环辐培 B1911097	2018.8	是
21	王军	新进员工	0.297	0.050	<MDL	0.347	皖环辐培 B1911100	2018.8	是
22	李曼婷	新进员工	0.074	0.054	0.064	0.192	皖环辐培 B1911098	2018.8	是
23	李建勇	0.13	0.033	0.050	0.010	0.223	皖环辐培 B1806010	2018.8	是
24	夏伟宏	0.11	0.116	0.058	0.015	0.299	皖环辐培 B1806027	2018.8	是
25	李文军	0.16	0.037	0.041	0.044	0.282	皖环辐培 B1806024	2018.8	是
26	曹平	0.12	0.029	0.033	0.039	0.221	皖环辐培 B1806012	2018.8	是
27	李珺	0.14	0.132	0.045	0.020	0.337	皖 2016061083	2018.8	是
28	陈雪伟	0.16	0.046	0.050	0.048	0.304	皖 2016061079	2018.8	是
29	张自强	0.14	0.054	0.033	0.010	0.237	皖 2016061084	2018.8	是
30	刘亚蕾	0.11	0.033	0.037	0.025	0.205	皖 2016071080	2018.8	是
31	储继伟	0.20 (剂量卡丢失)	0.083	0.021	调岗	0.304	皖环辐培 B1806042	2018.8	是
32	韦颖	0.14	0.124	0.045	0.035	0.344	皖 2016071083	2018.8	是
33	孙玲	0.22	0.062	0.054	0.054	0.390	皖 2016071085	2018.8	是
34	李太平	0.19	0.070	0.066	0.030	0.356	皖环辐培 B1806049	2018.8	是
35	文娟	0.18	0.058	0.041	0.039	0.318	皖 2017071093	2018.8	是
36	郭胜男	0.13	0.050	0.062	0.059	0.301	皖 2016071084	2018.8	是
37	周莉红	0.24	0.161	0.074	0.064	0.539	皖 2016061086	2018.8	是 (复查)
38	祁蕾蕾	0.82	0.157	0.062	0.044	1.083	皖 2017071094	2018.8	是

39	王伟	0.22	0.066	0.070	0.069	0.425	皖环辐培 B1806019	2018.8	是
40	孙文姗	0.24	0.079	0.083	0.098	0.500	皖环辐培 B1806025	2018.8	是
41	王瑜	0.20	0.050	0.050	0.039	0.339	皖环辐培 B1806032	2018.8	是（复查）
42	康婉英	0.22	0.041	0.062	0.088	0.411	皖环辐培 B1806006	2018.8	是
43	胡宪强	0.20（剂量卡丢失）	0.033	—	—	0.233	皖环辐培 B1806005	2018.8	是
44	张琳琳	0.21	0.046	0.078	0.044	0.378	皖 2016071087	2018.8	是
45	江丽丽	0.20（剂量卡丢失）	0.054	0.050	0.074	0.378	皖 2016071088	2018.8	是
46	卢峰	0.23	0.070	0.074	0.064	0.438	皖环辐培 B193304	2018.8	是
47	戴群	0.22	0.066	—	0.543	0.829	皖环辐培 B1806004	2018.8	是
48	牛雷雷	0.19	0.087	0.070	0.039	0.386	皖环辐培 B1806048	2018.8	是
49	张飞	0.22	0.017	0.041	—	0.278	皖环辐培 B1806037	2018.8	是
50	李璐璐	0.22	0.074	0.140	0.088	0.522	皖环辐培 B1806046	2018.8	是（复查）
51	岳倩倩	0.22	0.029	0.033	—	0.282	皖环辐培 B1805131	2018.8	是（复查）
52	王光明	0.20（剂量卡丢失）	0.058	0.058	0.064	0.380	皖环辐培 B1806022	2018.8	是
53	张震	0.18	0.070	—	0.582	0.832	皖环辐培 B1806036	2018.8	是
54	刘笑	0.20	0.017	0.037	—	0.254	皖 2017071095	2018.8	是
55	韦士勤	0.20	0.099	0.050	0.059	0.408	皖 2017071096	2018.8	是
56	冯丹	0.19	0.079	0.066	0.074	0.409	皖环辐培 B1806021	2018.8	是
57	常娟娟	0.14	0.074	0.054	0.054	0.322	皖环辐培 B1806045	2018.8	是
58	杜峰	0.16	0.033	0.025	—	0.218	皖环辐培 B1806047	2018.8	是

59	刘玉平	0.20	0.070	0.062	0.049	0.381	皖环辐培 B1806018	2018.8	是
60	张月锋	0.20	0.058	0.058	0.059	0.375	皖 2016071090	2018.8	是
61	饶国标	0.20 (剂量卡丢失)	0.041	0.037	0.030	0.308	皖 2016071091	2018.8	是
62	王松	0.20	0.037	0.054	0.025	0.316	皖环辐培 B1806015	2018.8	是
63	郭兴来	0.22	0.103	0.045	0.035	0.403	皖环辐培 B1806026	2018.8	是
64	姜晓露	0.46	0.095	0.083	0.123	0.761	皖环辐培 B1911099	2018.8	是 (复查)
65	王涛	0.22	0.136	0.058	0.103	0.517	皖环辐培 B1805133	2018.8	是
66	张金刚	0.83	0.120	0.054	—	1.004	皖环辐培 B1805134	2018.8	是
67	王永辉	0.22	0.062	0.045	0.049	0.376	皖环辐培 B1805135	2018.8	是
68	卜磊磊	0.18	0.066	0.050	0.083	0.379	无	2018.8	是
69	锁六军	0.23	0.074	0.054	0.054	0.412	皖环辐培 B1805136	2018.8	是
70	韩忠奎	0.28	0.054	0.050	0.044	0.428	皖环辐培 B1805137	2018.8	是
71	支泽	1.00	0.070	0.058	0.088	1.216	皖环辐培 B1805138	2018.8	是 (复查)
72	代俊杰	0.20 (剂量卡丢失)	0.046	0.050	—	0.296	皖环辐培 B1805142	2018.8	是
73	袁根	0.16	0.124	0.070	0.054	0.408	皖环辐培 B1806017	2018.8	是
74	宗训付	0.20 (剂量卡丢失)	—	0.054	0.044	0.298	皖 2016071076	2018.8	是
75	孙冉冉	0.20 (剂量卡丢失)	0.025	0.058	—	0.283	皖 2016071077	2018.8	是
76	欧阳超	0.20 (剂量卡丢失)	0.062	0.062	0.025	0.349	皖 2016061085	2018.8	是
77	汝磊	0.18	0.050	0.058	0.039	0.327	皖 2016061090	2018.8	是

78	王飞	0.18	0.037	0.041	0.015	0.273	皖环辐培 B1806016	2018.8	是（复查）
79	江伟峰	0.14	0.054	0.037	0.030	0.261	皖 2016061087	2018.8	是
80	李俊龙	0.88	0.083	0.033	0.035	1.031	皖环辐培 B1805143	2018.8	是
81	张磊	0.06	0.041	0.045	0.059	0.205	皖 2016071073	2018.8	是
82	章振伟	0.20（剂量卡丢失）	0.050	0.066	0.054	0.370	皖 2016061080	2018.8	是
83	程健	0.12	0.021	0.050	0.049	0.240	皖 2016071072	2018.8	是
84	闫世虎	0.16	—	0.045	<MDL	0.205	皖 2016071075	2018.8	是
85	郑永光	0.11	0.046	0.041	0.020	0.217	皖 2016061081	2018.8	是
86	孙晓东	0.15	—	0.033	0.039	0.222	皖 2016071074	2018.8	是
87	王士锋	0.03	0.013	0.017	<MDL	0.060	皖环辐培 B1806043	2018.8	是
88	王易宇	0.03	0.091	0.021	<MDL	0.142	皖 2016061088	2018.8	是
89	马筱旭	0.03	0.008	0.033	<MDL	0.071	皖 2016071082	2018.8	是

注：“—”表示休假或外出参加培训。“MDL”为测量系统的最低探测水平。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚(套)数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	铯-192	$3.7 \times 10^{11} \times 1$ 枚	III	使用	肿瘤治疗	9号楼一层后装机房	密封安装在后装机房机头内	/
以下空白								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	钼-99	固态	贮存	2.96×10^{10}	2.96×10^7	4.63×10^{12}	淋洗	淋洗、分装、注射 (很简单)	9号楼二层 ECT工作场所	ECT工作场所通风柜
2	锝-99m	液态	使用	2.96×10^{10}	2.96×10^7	4.63×10^{12}	显像诊断			
以下空白										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂 量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
以下空白										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	SPECT-CT	III	1	拟购待定	≤150	≤1000	显像诊断	9 号楼二层 ECT 工作 场所	/
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	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
以下空白													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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
废弃放射源	固体	¹⁹² Ir	—	—	2 枚	—	—	供方回收
⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器	固体	⁹⁹ Mo ^{99m} Tc	—	—	50 只	—	—	
试剂瓶	固态	^{99m} Tc	—	—	少量	—	放射性废物间	经十个半衰期后作医疗废物处置
手套	固态		—	—		—		
一次性注射器	固态		—	—		—		
活性炭	固态		—	—		—		
放射性废水	液态		—	—	162m ³	—	衰变池	接入医院污水处理站
放射性废气	气态	—	—	少量	少量	—	不暂存	通过排风系统经活性炭吸附后排入外环境
臭氧 二氧化氮	气态	—	—	少量	少量	—	不暂存	通过排风系统排入外环境
以下空白								

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2016 年 9 月 1 日起施行；主席令 第 24 号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>4) 《中华人民共和国大气污染防治法》2016 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》1997 年 3 月 1 日起施行；主席令 第 24 号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；国务院令 第 709 号修改，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>7) 《放射性物品运输安全管理条例》国务院令 第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>8) 《放射性废物品安全管理条例》国务院令 第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>9) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令 第 31 号，2006 年 3 月 1 日起施行；2019 年 8 月 22 日生态环境部令 第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正；</p> <p>11) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部 第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>12) 《放射性物品运输安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部 第 11 号令，2010 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国环境保护部 第 44 号令，2017 年 9 月 1 日起施行；生态环境部令 第 1 号修订，2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>14) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施；</p> <p>15) 《关于发布放射源分类办法的公告》，原国家环境保护总局公告，2005</p>
------	---

	<p>年第 62 号，2006 年 12 月 23 日起实施；</p> <p>16) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发[2006]145 号；</p> <p>17) 《关于加强放射性物品运输监督检查的通知》，中华人民共和国环境保护部，环办[2010]158 号；</p> <p>18) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部，环办辐射函[2016]430 号；</p> <p>19) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，自 2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>20) 《安徽省环境保护条例》，安徽省第十二届人大常委会第四十一次会议审议通过，2018 年 1 月 1 日施行；</p> <p>21) 《安徽省放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，安徽省环保局 2008 年 9 月 18 日颁布。</p>
<p>技术标准</p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；</p> <p>3) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；</p> <p>4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；</p> <p>5) 《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）；</p> <p>6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</p> <p>7)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)；</p> <p>8)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T 201.3-2014)；</p> <p>9) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>10) 《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）；</p> <p>11) 《后装γ源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）；</p> <p>12) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>13) 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）；</p>

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>14) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009);</p> <p>15) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013);</p> <p>16) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006);</p> <p>17) 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ 165-2012);</p> <p>18) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);</p> <p>19) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>1) 阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目环评委托书及相关基础技术资料;</p> <p>2) 阜阳市颍东区发展和改革委员会关于阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目立项的函;</p> <p>3) 阜阳市肿瘤医院医学装备管理委员会会议纪要。</p>

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价内容及目的：</p> <p>1) 对项目拟建地址及周围进行环境质量本底现状监测，以掌握环境质量本底现状水平，并对运行后的环境影响进行预测评价。</p> <p>2) 对不利影响提出防治措施，把环境影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”。</p> <p>3) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。</p>
<p>评价原则：</p> <p>此次评价遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护要求：</p> <p>1) 实践的正当性；</p> <p>2) 剂量限制和潜在照射危险限制；</p> <p>3) 防护与安全的最优化。</p>
<p>评价重点：</p> <p>辐射环境：此次评价重点为后装机的屏蔽措施评价，ECT 工作场所分级分区、放射性废物处置措施评价，辐射工作人员和公众所受附加剂量评价。</p> <p>非辐射环境：该项目施工期产生施工扬尘、废水、噪声和固废，此次评价对施工期扬尘、废水、噪声和固废简单分析处理措施的有效性；运营期间产生的废水和固废均依托院区处理措施处理（放射性废水经衰变池处理达标后接入医院污水处理站，放射性废物储存衰变超过 10 个半衰期后与一般医疗废物一同收集处理），此次评价对废水和固废仅分析说明依托院区处理措施处理的可行性；后装机机房产生的臭氧和氮氧化物达标性分析。因此，此次非辐射环境影响评价的重点为后装机机房产生的臭氧和氮氧化物的影响以及机房排风机产生的噪声影响。</p> <p>该项目所在区域为《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区，项目投入运行前后敏感目标噪声级增量在 3dB(A) 以下，受影响人口数量变化不大，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）规定，声环境影响评价工作等级确定为二级。</p>
<p>评价范围：</p> <p>辐射环境：按照《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）的规定，并结合项目特点，确定辐射环境评价范围</p>

为该项目核技术应用场所周围 50m 的区域。

声环境：按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）的规定，并结合项目实际情况，确定声环境影响评价范围为后装机机房排风口周围 200m 的区域。

保护目标：

本项目新建 9 号楼东侧为院区道路，南侧 25m 处为医院中心保管室，西侧紧临医院 3 号楼，北侧 53m 处为医院新病房大楼。因此本项目的环境保护目标主要是项目涉及的辐射工作人员和项目应用场所周围其他非辐射工作人员和公众成员，声环境保护目标主要为医院新病房大楼、8 号楼、康复医学楼、病案室、3 号楼、2 号楼、6 号楼、门诊楼、医院东侧家属楼、东侧外滩花园小气、东南侧华丰小区、南侧时大庄和西侧桃园社区。本项目周边环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目周边敏感目标一览表

环境要素	环境保护目标	方位与距离	规模（人数）	人员性质
辐射环境	后装机机房周围辐射工作人员	后装机机房周围 50m 范围内	10	职业人员
	ECT 工作场所及周围辐射工作人员	ECT 工作场所及周围 50m 范围内		职业人员
	医院家属楼内公众成员	本项目工作场所东侧约 20m 处	约 100 人	公众人员
	医院中心保管室内工作人员	本项目工作场所南侧 25m 处	约 10 人	公众人员
	3 号楼一层心血管内科病房内工作人员和病人	本项目所在 9 号楼西侧一层紧邻	约 30 人	公众人员
	3 号楼二层神经内科病房内工作人员和病人	本项目所在 9 号楼西侧二层紧邻	约 30 人	公众人员
	3 号楼三层消化内科病房内工作人员和病人	本项目所在 9 号楼西侧三层紧邻	约 30 人	公众人员
	3 号楼四层消化内科病房内工作人员和病人	本项目所在 9 号楼西侧四层紧邻	约 30 人	公众人员
	3 号楼五层药剂科内工作人员	本项目所在 9 号楼西侧五层紧邻	约 30 人	公众人员
	公众	辐射工作场所周围 50m 范围内	流动人员	公众人员
医院家属楼	本项目所在 9 号楼东侧约 20m 处	约 500 人	/	
外滩花园小区	本项目所在 9 号楼东侧 110m 处	约 500 人	/	
华丰小区	本项目所在 9 号楼东南侧 95m 处	约 200 人	/	
医院中心保管室	本项目工作场所南侧 25m 处	约 10 人	/	

声环境	医院 8 号楼	本项目所在 9 号楼南侧约 75m 处	约 50 人	/
	康复医学楼	项目所在 9 号楼西南侧约 80m 处	约 100 人	/
	医院病案室	本项目所在 9 号楼南侧约 95m 处	约 20 人	/
	医院食堂	项目所在 9 号楼西南侧约 110m 处	约 30 人	/
	时大庄	本项目所在 9 号楼南侧约 100m 处	约 200 人	/
	医院 3 号楼	本项目所在 9 号楼西侧紧临	约 150 人	/
	医院 2 号楼	本项目所在 9 号楼西侧约 50m 处	约 200 人	/
	桃园社区	本项目所在 9 号楼西侧约 85m 处	约 500 人	/
	医院新病房大楼	本项目所在 9 号楼北侧约 53m 处	约 100 人	/
	医院 6 号楼	本项目所在 9 号楼北侧约 110m 处	约 50 人	/
	医院门诊楼	本项目所在 9 号楼北侧约 130m 处	约 300 人	/

评价标准:

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):

① 剂量限值

表 7-2 附录 B1 剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	①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 ②任何一年中的有效剂量, 50mSv; ③眼晶体的年当量剂量, 150mSv ④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高至 5mSv。

管理目标: 职业人员和公众成员取国家标准的 1/4 作为剂量约束值(即职业人员年有效剂量不超过 5mSv; 公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv)。

② 表面污染控制水平

表 7-3 附录 B2 表面污染控制水平

表面类型		β放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹

③ 非密封源工作场所分类

表 7-4 附录 C1 非密封源工作场所分级

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) 《医疗照射放射防护基本要求》(GBZ179-2006)；

4) 《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》(GBZ121-2017)；

重点引用：5.1 治疗室必须与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积应不小于 20m²，应将治疗室设置为控制区，在控制区进出口设置醒目的辐射警告标志。

5.2 治疗室应设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气每小时交还不少于 4 次。

5.3 治疗室入口应采用迷路形式，安装防护门并设置门机连锁，治疗室防护门上方要有工作状态显示，治疗室内适当位置应设置急停开关，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。并在治疗室门上要有声、光报警。治疗室内应设置使放射源迅速返回贮源器的应急开关与放射源监测器。

5.4 治疗室防护门应设置手动开门装置。

5.5 在控制室与治疗室之间应设置监视和对讲设施，如设置观察窗，其屏蔽效果应与同侧的屏蔽墙相同。

5.6 治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，治疗室屏蔽体外 30cm 处因透射辐射所致的周围剂量当量率应不超过 2.5 μ Sv/h。

5.7 应配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具有报警功能。

5.8 在治疗室迷道出入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内或机房门附近。

6) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)；

7) 《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)；

8) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)；

重点引用：5.1.2 产生放射性废液而可不设置放射性污水池的单位，应将仅含短半衰期核的废液注入专用容器中通常存放 10 个半衰期后，经审管部门准许，可作普通废液处理。

9) 《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013)；

重点引用：5.1 X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式 and 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 7-5 要求。

表 7-5 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度
CT 机	30m ²	4.5m

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

- a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-6 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。
- 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。

表 7-6 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)
CT 机房	2（一般工作量）、2.5（较大工作量）	

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

- a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。
- b) CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv；测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

5.5 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

5.6 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；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

5.7 机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

5.8 患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

5.9 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-7 基本种类要求的工作人员、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需要。

表 7-7 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—

10) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006)；

11) 《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ 165-2012)；

12) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)：执行 2 类标准要求；

13) 《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002)：臭氧：0.16mg/m³ (1 小时平均值)；NO₂：0.24mg/m³ (1 小时平均值)。

14) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)：执行 2 类标准要求。

参考资料：

1) 根据《安徽省环境状况公报》(2019 年)中数据显示：全省伽玛辐射空气吸收剂量率(含宇宙射线贡献值)均值为 101nGy/h，范围为 60~130nGy/h；

2) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理位置、布局和周边环境

阜阳市肿瘤医院位于安徽省阜阳市河滨东路 146 号，其所在区域图详见附图一。医院东侧为肿瘤医院巷（宽 6m），南侧紧临时大庄，西侧隔着桃园巷（宽 6m）为桃园社区，北侧紧滨河滨东路。

本项目新建 9 号楼东侧为院区道路，南侧 25m 处为医院中心保管室，西侧紧临医院 3 号楼，北侧 53m 处为医院新病房大楼。本项目涉及的后装机房东侧和南侧为院区空地，西侧为控制室，北侧为患者洗浴和候诊区，楼上为注射后候诊室及留观室，楼下为土壤层，ECT 工作场所东侧和南侧为户外悬空，西侧为 3 号楼二层神经内科病房，北侧为候梯厅，楼上为病房，楼下为后装机房及相关辅助用房。

该项目涉及的机房及场所周边环境概况详见表 8-1。各楼层平面布置图详见附图三和附图七。

表 8-1 项目机房及场所周边环境概况一览表

机房名称	所在位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
后装机房	9 号楼一层	院区空地	院区空地	控制室	患者洗浴和候诊区	注射后候诊室及留观室	土壤层
ECT 工作场所	9 号楼二层	户外悬空	户外悬空	3 号楼二楼神经内科病房	候梯厅	病房	后装机房及相关辅助用房

2、项目所在地环境现状评价

核工业二七〇研究所 2020 年 5 月 20 日接受阜阳市肿瘤医院委托，开展阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目环境影响评价工作，并于 2020 年 6 月 30 日对该项目应用场所及周边环境进行环境现状监测。辐射环境监测采用 AT1123 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（仪器编号为 55532），声环境监测采用 AWA6228+ 型声级计（仪器编号为 00314305），均在检定有效期范围内。监测结果详见表 8-3 和表 8-4，监测报告详见附件十六。

监测仪器：

表 8-2 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	核辐射检测仪
仪器型号	AT1123
仪器编号	55532

仪器整体能量响应范围	0.015~10MeV
本次监测能量响应范围	0.025~3MeV
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心， 检定证书编号为 2020H21-20-2443531001
有效期	2020 年 04 月 21 日~2021 年 04 月 20 日
仪器名称	声级计
仪器编号	00314305
型号/规格	AWA6228+
测量范围	30 dB~135dB
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
证书编号	2020D51-20-2419620003
有效时段	2020.04.07~2021.04.06

监测方案:

监测布点：对于辐射环境，在拟建 9 号楼场址及四周评价范围内的敏感目标处进行布点，辐射环境监测共计布设 7 个点位，点位离地高度均为 1m 处；对于声环境，在 9 号楼场址、医院边界及评价范围内的敏感目标处进行布点，声环境监测共布设 12 个点位。监测布点详见图 8-1 和图 8-2。

监测因子：X-γ辐射剂量率、等效连续 A 声级。

监测工况：该项目为拟建项目，未运行，为环境本底监测。

质量保证措施:

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ② 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ③ 测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ④ 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ⑤ 由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录；
- ⑥检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

监测结果:

表 8-3 辐射环境现状监测结果

编号	监测点描述	测量结果 (nSv/h)
1	拟建 9 号楼场址处	112
2	拟建 9 号楼场址东侧	113

3	拟建 9 号楼场址南侧	112
4	拟建 9 号楼场址西侧 3 号楼外	110
5	拟建 9 号楼场址北侧	112
6	拟建 9 号楼东侧约 20m 处医院家属楼外	111
7	拟建 9 号楼南侧约 25m 处中心保管室外	112

表 8-4 项目厂界及敏感点声环境现状监测结果

编号	监测点位	昼间 (dB(A))	夜间 (dB(A))
1	拟建 9 号楼场址处	52	42
2	医院东侧边界外	56	44
3	医院西侧边界外	55	45
4	拟建 9 号楼西侧紧邻 2 号楼外	52	42
5	拟建 9 号楼东侧约 20m 处医院家属楼外	55	42
6	拟建 9 号楼东侧约 110m 处外滩花园小区	52	42
7	拟建 9 号楼北侧约 53m 处医院新病房大楼	53	42
8	拟建 9 号楼南侧约 75m 处医院 8 号楼	53	43
9	拟建 9 号楼东南侧约 95m 处华丰小区	51	42
10	拟建 9 号楼南侧约 100m 处时大庄	51	42
11	拟建 9 号楼西侧约 85m 处桃园社区	51	42
12	拟建 9 号楼北侧约 130m 处门诊楼	56	43

监测结果表明：该项目应用场所及周边环境辐射环境现状本底在 110~113nSv/h 范围内，与安徽省全省辐射环境现状水平（60~130nGy/h）基本保持一致，辐射水平未见明显异常。

由监测结果可知，医院东、西侧边界外昼间噪声在 55~56dB(A) 范围内，夜间噪声在 44~45dB(A) 范围内，满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类声环境功能区标准。

评价范围内敏感点昼间噪声在 52~54dB(A) 范围内，夜间噪声在 42~43dB(A) 范围内，满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类声环境功能区标准。

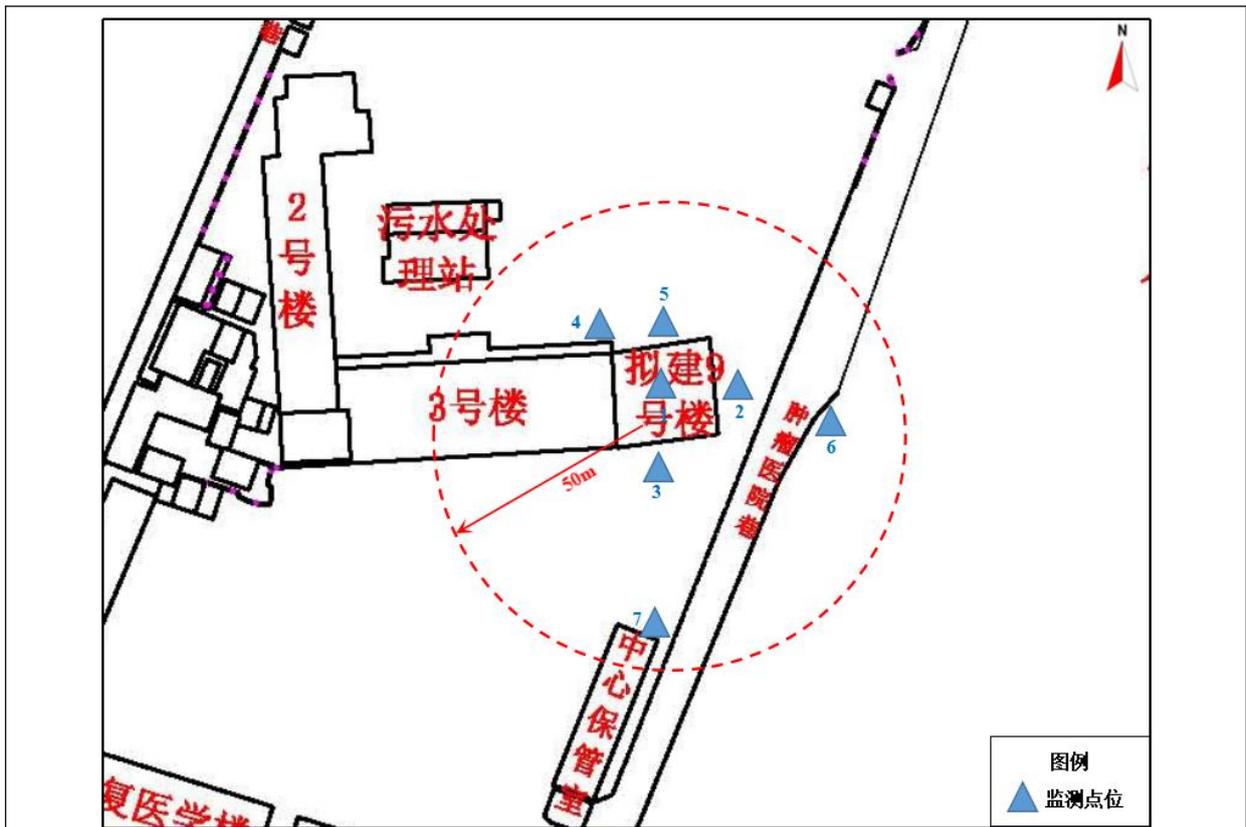


图 8-1 项目所在地及周边辐射环境现状监测结果

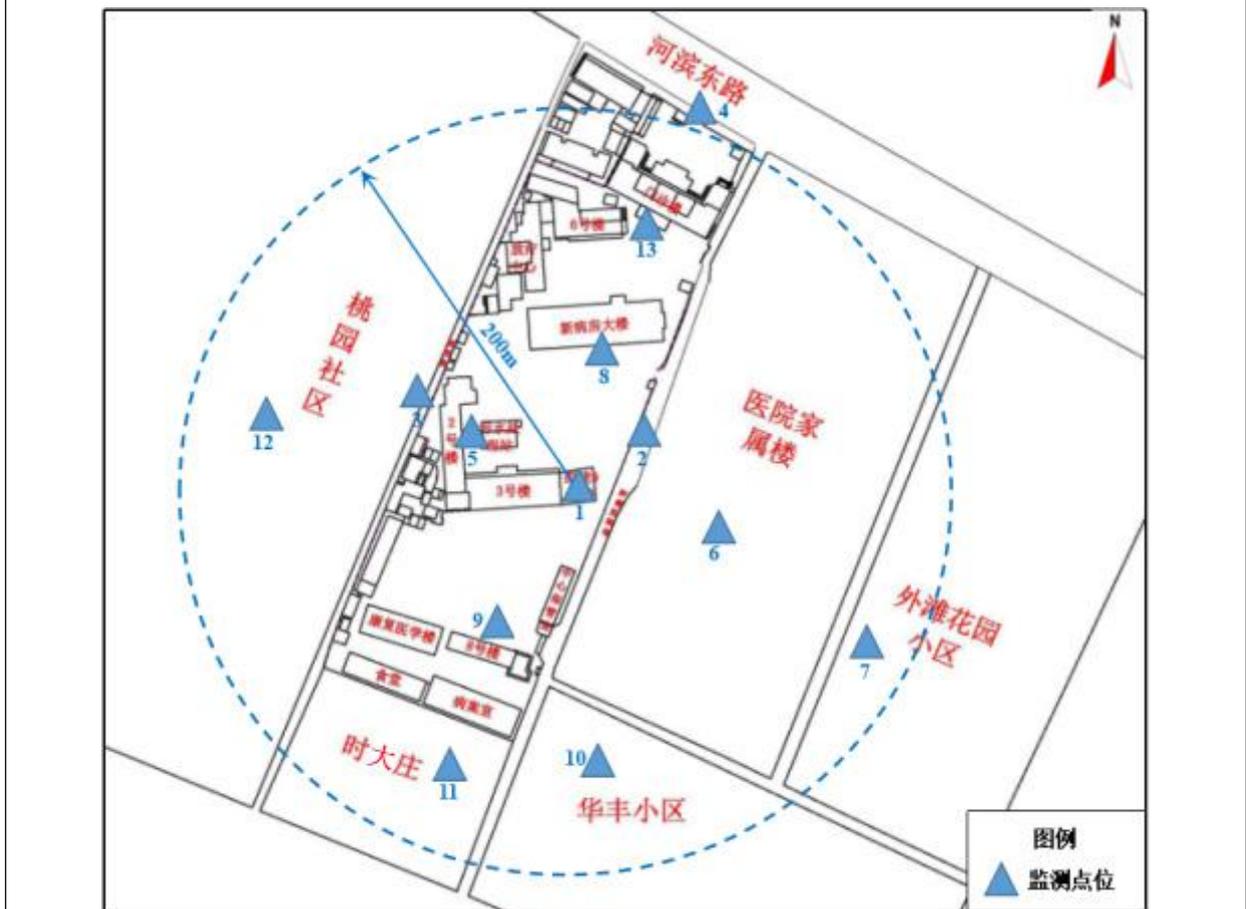


图 8-2 项目所在地及周边声环境现状监测结果

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析：

1.1 施工期

该项目拟新建 9 号楼，为地上五层建筑，并将在拟建场所开展后装机放射治疗和 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 显像诊断。

本次项目建设规模见下表：

1.1.1 主体工程

表 9-1 主体工程一览表

类别	建筑层数	分项名称和功能	建设规模 (m ²)
主体工程	地上 5 层	一层：后装机房、医生办公室、控制室、准备室等； 二层：ECT 机房、注射后候诊室、候诊室、看片室、 操作间等；三层：病房；四层：病房；五层：保管室。	1600
	占地面积	/	320

1.1.2 公辅及环保工程

表9-2 公辅及环保工程一览表

工程类别	工程名称	工程内容
依托工程	给水	由城市供水管网供给
	排水	预处理后经院区污水处理设施处理达标后排入市政污水管网
	供电	由城市区域供电系统提供
环保工程	废水处理	预处理后依托院区污水处理设施
	固废处理	经衰变后，依托院区固废处理措施，按照一般医疗垃圾处理。

1.1.3 产污环节分析

该项目拟新建9号楼。施工过程中产污环节图见图9-1所示。

本项目施工期主要进行9号楼的建设，在此期间主要产污环节和排污特征见表9-3。

表 9-3 本项目施工期主要产污环节和排污特征

类别	产生点	污染物	产生特征	去向
施工期 废气	施工过程	粉尘、TSP	间断	无组织排放
	运输车辆、施工机械	CO、NO _x 、THC	间断	无组织排放
施工期 废水	施工过程	COD、SS	间断	经临时沉淀池处理后，达到 相关标准后，回用于建筑用 水或者路面洒水降尘

	生活污水	COD、SS、氨氮	间断	依托院区污水处理措施
施工期 噪声	机械设备	噪声	连续	距离衰减
	运输车辆	噪声	间断	
施工期 固废	施工	建筑垃圾	间断	及时清运、填埋或回填
	施工人员生活	生活垃圾	间断	由环卫部门统一处理

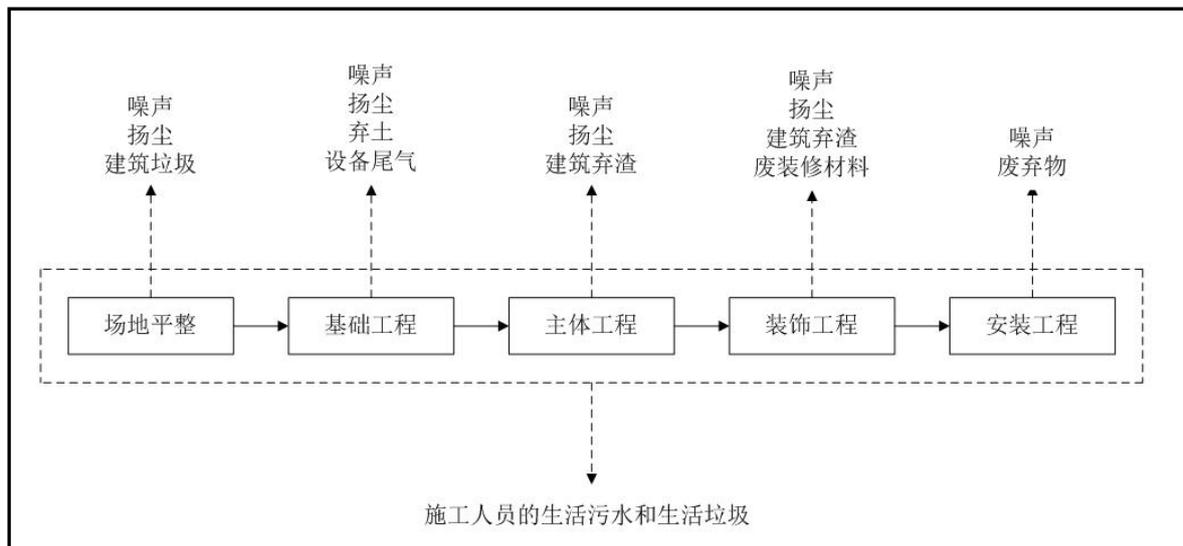


图 9-1 施工过程产污环节图

1.2 运行期

1.2.1 后装机

(1) 工作原理

后装机属近距离放射治疗，为给肿瘤以足够的辐射剂量，采用不同途径，紧挨肿瘤植入一个小的放射源，即将密封放射源置于病灶附近，提高局部剂量，利用射线的生物效应对肿瘤进行治疗。这种方式可用于治疗人体各种腔道周围的肿瘤，因所选取核素的射线能量较低，并以射线的距离衰减效应减少正常组织的损伤，同时也减少了操作人员接受的辐射剂量。

(2) 设备组成

后装机使用的放射源是 Ir-192。依据患者诊断数据，由计算机制定治疗计划并实施对后装机的操作控制。根据“先插管后装源”的技术原理，由电脑选择 18 个输源管和施源器中最合适的一组，插入需要治疗的腔道并进行靶区定位，通过分度头的引导控制，将放射源送达治疗区域，按计划实施治疗。

(3) 治疗流程

(1) 制定治疗方案：医生根据影像信息和 TPS（放射治疗计划系统）制定治疗计划，并反复优化出最佳治疗方案；

(2) 治疗装备：治疗前认真核对患者的科室、姓名、住院号及治疗计划，开机检查后装机、TPS 计划系统的各项参数，确保治疗设备处于正常工作状态；

(3) 治疗实施：将施源器与后装机相连接，放射治疗技术人员对病人进行正确摆位；放射治疗医师和医学物理师分别核对治疗计划，确认无误后进行放疗；治疗过程中技术人员密切注视控制系统的各项显示与病人情况，以便及时发现和排除异常情况。

(4) 治疗结束：放疗结束后，技术人员携带辐射测量设备进入治疗室，检测患者和后装机，验证放射源回到贮源器内后，将患者移除机房，按无菌要求取出施源器，并观察患者有无不适。

治疗完毕后，关闭后装机、TPS 计划系统，治疗结束。

后装机治疗实施一般工作流程及产污环节示意图见图 9-2。

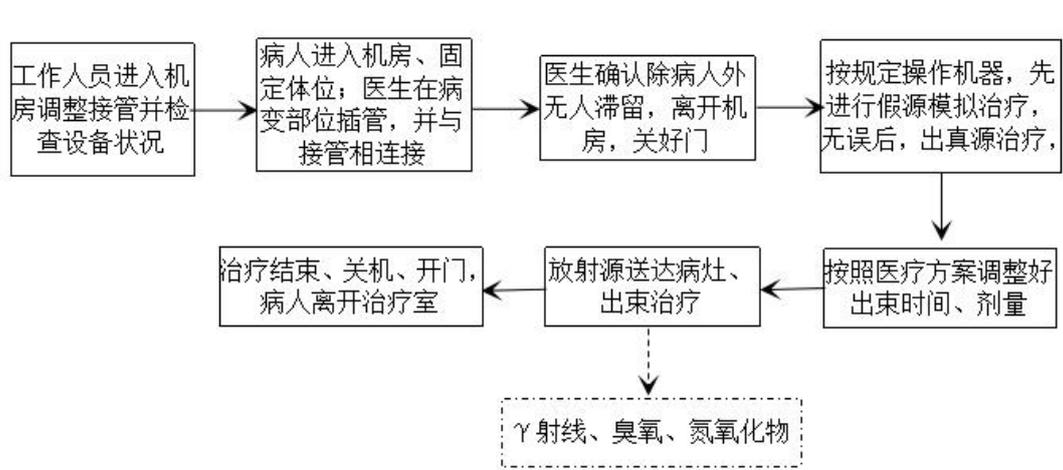


图 9-2 后装机工作流程及产污位置示意图

1.2.2 ECT 显像诊断

(1) 工作原理

单光子发射计算机断层成像术（SPECT-CT）是核医学的一种 CT 技术，是对从病人体内（如 ^{99m}Tc 等）发射的 γ 射线成像，故统称为发射型计算机断层成像术（ECT），是计算机断层扫描的简称，是一种现代化诊断手段，其原理是：当某种放射性核素或其标记物通过注射或口服等方式进入体内后，依其化学及生物学特性不同，随血流等进入某些特定的组织器官，参与或模仿某些生命物质在人体内的病理生理、引流代谢

的过程。由于正常组织和病变组织这个过程差异，使其聚集这种放射性核素或其标记物的能力发生了变化。利用发射型计算机断层显像装置来探测这种放射性核素发射的 γ 射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅可以显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，更重要的是可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器血流、功能、代谢和引流等方面定性和定量的信息。而血流、功能和代谢的异常，常是疾病的早期变化，出现在形态结构发生改变之前，有助于疾病的早期诊断。

(2) 操作流程

根据确定的放射性同位素注射剂量，定量购买放射性同位素，在通风柜淋洗、分装并测试活度。受检者到达注射窗口注射药物后，进入候诊区等待，以便药物被病变组织摄取，然后进入 SPECT-CT 扫描间进行扫描，扫描结束后离开。

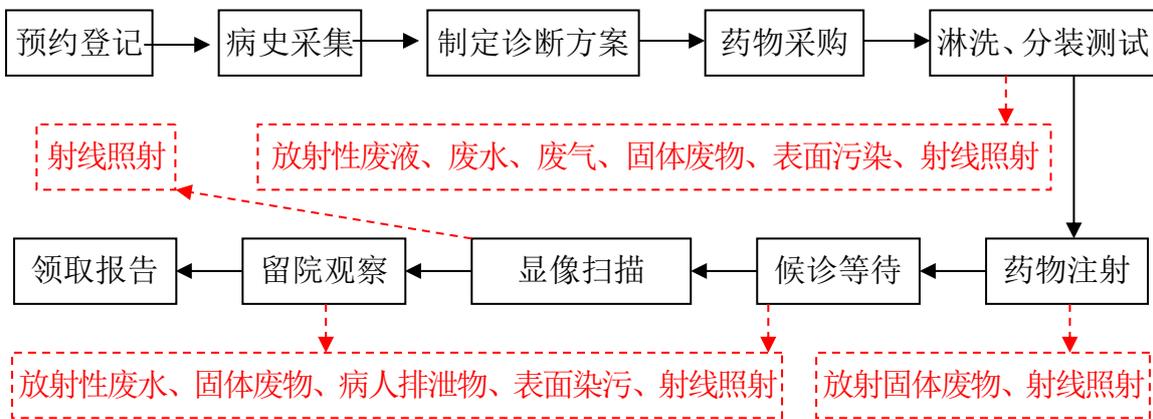


图 9-3 显像诊断流程及产污节点

污染源项描述:

1、非辐射污染源项

1.1 水污染源分析

1.1.1 项目给排水情况

本项目产生的废水主要包括门诊用水量、医护人员用水量和住院病房用水量。后装治疗病人为医院其它科室的住院病人，其治疗和住院期间产生的废水已纳入医院现有污水产生量中，本项目不再进行考虑。本项目用水定额参照《综合医院建筑设计规范》（GB51039-2014）中系数取值。

①门诊用水量（门诊病人放射性废水量）

本项目 ECT 工作场所门诊人数约 32 人/天，用水定额以 15L/人.d 计；则 ECT 工作场所门诊用水量为 0.48m³/d，排污系数以 0.85 计，则门诊废水量为 0.408m³/d。

②医护人员用水量

本项目建成后，劳动定员约 20 人，用水定额以 250L/人.d 计，则用水量为 5m³/d，排污系数取 0.85，则废水产生量为 4.25m³/d。（其中 4 人为 ECT 场所医务工作人员，ECT 场所工作人员产生的放射性废水按照 60L/人.天计算，则产生的放射性废水为 0.24m³/d）。

③住院病人用水量

本项目 9 号楼拟设置 10 间病房，共计 30 张病床，用水定额以 300L/床.d 计，则病房用水量为 9m³/d。排污系数取 0.85，则废水产生量为 7.65m³/d。

④病房陪护人员用水量

病房陪护人员约每张床 1 人，共计 30 人，用水定额以 250L/床.d 计，则病房用水量为 7.5m³/d。排污系数取 0.85，则废水产生量为 6.375m³/d。

综上，本项目产生废水量为 18.683m³/d，其中放射性废水量为 0.648m³/d。

（2）废水产生情况

产生的废水主要为门诊用水量、医护人员用水和住院病房用水量等，产生的放射性废水经过预处理后（放射性废水经过衰变池预处理）与其他废水一并排入医院现有污水处理站，污水处理站处理规模为 800m³/d。

（2）排放情况

产生的废水主要为门诊用水量、医护人员用水和住院病房用水量等，产生的放射性废水经过预处理后（衰变池预处理）与其他废水一并排入医院现有污水处理站，污水处理设施处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中预处理标准的要求后由市政管网排入阜阳市污水处理站，经污水厂处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准后排入颍河。因此，项目建设对地表水环境影响较小。

1.1.2 大气污染源分析

后装机房内的空气受到 γ 射线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物，若在机房内聚集，对机房的人员和设施均具有一定的危害。

1.1.3 噪声污染源分析

项目运行期间产生的噪声主要来源于风机等设备运行噪声，本项目新建 9 号楼噪声源主要为后装机房、ECT 工作场所的送排风机。根据医院提供的设计资料，医院拟在后装机房吊顶内安装 1 台 FV-38CAD8C 型的管道式换气扇为后装机房送风，送风量为 600m³/h，风压为 100Pa，噪声源强为 35dB（A）；拟在 9 号楼楼顶设置 1 台低噪

音轴流风机为后装机房排风，排风量为 720m³/h，风压为 170Pa，噪声源强为 45dB（A）；拟在 9 号楼楼顶设置两台低噪音轴流风机为 ECT 工作场所送排风，送风机送风量为 2072m³/h，风压为 209Pa，噪声源强为 55dB（A），排风机排风量为 2472m³/h，风压为 220Pa，噪声源强为 60dB（A）。

本项目送排风机风口拟安装管式消声器、接头处均采用软性接头和隔震基础，经过降噪后送排风机风口处的声功率级将大大减少，本项目按照保守估算，取送排风机声源源强进行理论预测，除后装机机房送风机（噪声源强较小，忽略不计）外，其他噪声源均位于 9 号楼楼顶，距离很近，叠加为 1 个等效声源，等效声源的源强为 61.2dB（A）。

1.1.4 固废

本项目运营期产生的固废主要包括门诊病人、住院病人、陪护及医务人员产生的生活垃圾、医疗废物等。后装治疗病人为医院其它科室的住院病人，其治疗和住院期间产生的固废已纳入医院现有固废产生量中，本项目不再进行考虑。

①生活垃圾

结合项目的实际情况，按照满床考虑，项目生活垃圾产生量见表 9-4。通过计算，生活垃圾产生总量为 6.21t/a。产生的生活垃圾由垃圾桶收集，并统一由环卫部门按日清运。

表 9-4 本项目生活垃圾产生量

类别	数量（人次）	定额（kg/人.d）	产生量（kg/d）	产生量（t/a）
住院病人	30	0.25	7.5	1.88
陪护	30	0.25	7.5	1.88
门诊病人	32	0.15	4.8	1.20
医务人员	20	0.5	5	1.25
合计			24.8	6.21

②医疗废物

根据有关统计资料，医院医疗废物的产生量一般是按住院部产生量和门诊产生量之和计算的，根据近几十年来国内外对医疗废物产生的经验估算，住院部每天为 0.5 kg/床~1.0 kg/床，本项目取 1.0 kg/床，门诊病人按 0.2kg/人.d 计算。则本项目医疗废物产生量为 36.4kg/d（放射性废物 6.4kg/d），9.1t/a（放射性废物 1.6t/a）。放射性废物衰变 10 个半衰期后，与其他医疗废物暂存在医院现有医疗废物暂存场所，委托有

资质单位处置。

1.2 辐射环境影响

1.2.1 正常工况

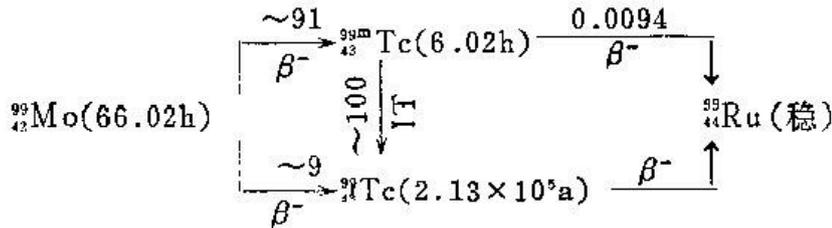
1.2.1.1 后装机

1) 放射性污染源分析

后装机使用的是 Ir-192 密封源，Ir-192 的半衰期为 74 天，其辐射类型为 EC 和β衰变，伴有γ射线产生，γ射线能量为 0.136~1.062MeV。由于 Ir-192 半衰期短，每次治疗的时间将会延长，在治疗时需按天计算放射性的衰变，几个月之后治疗的时间可能太长，一般约半年更换一次，废源由放射源供应厂家负责调换、运输、处置，医院负责日常安全管理。

1.2.1.2 ECT 显像诊断

^{99m}Mo 的衰变方式是，衰变时除发射β射线外还发射γ射线，^{99m}Tc 的主要衰变方式是同质异能跃迁，同时发射γ射线。



由于 ⁹⁹Tc 的半衰期长达 2.13×10⁵ 年，远远大于 ⁹⁹Mo 和 ^{99m}Tc 的半衰期，产生 ⁹⁹Tc 的相对活度量极小，经估算，如 1Ci (3.7×10¹⁰Bq) ^{99m}Tc 99% 衰变成 ⁹⁹Tc，⁹⁹Tc 的活度仅为 120Bq，因此，⁹⁹Tc 的放射性可以忽略不计。

⁹⁹Mo 及其衰变产物 ^{99m}Tc 等均非挥发性物质，洗脱过程在密闭发生器中负压条件下进行，洗脱一次的时间仅需 5 分钟左右，无放射性气体污染，但是放射性药物的分装、取药可能存在洒出污染危险，为安全起见，洗脱操作通常都在通风柜内进行。

SPECT-CT 显像诊断主要辐射源项为 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 衰变产生的γ射线和 CT 工作产生的 X 射线，操作放射性核素过程中对工作台面、地面等造成表面污染，以及产生放射性废液、废水和固体废弃物、病人排泄物。旧的 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器由供源厂家回收，不会进入环境。

1.2.2 事故工况

1.2.2.1 后装机

1) 因工作人员操作不当或出现设备故障, 在设备安装和换装放射源时, 发生放射源由设备或容器中跌落出来, 造成安装或操作人员受到强辐射照射。

2) 设备检修时, 工作人员误将治疗机的屏蔽装置打开或卸下放射源, 都会对维修人员产生很强的辐射照射。

3) 治疗机处于运行状态时, 因故障, 发生门机联锁装置失效, 导致人员误入处于运行状态的治疗室机房, 受到不必要的辐射照射。

4) 后装机换装放射源后产生的报废源, 因管理不善发生被盗、丢失、遗弃等事故, 而引发环境辐射污染。

1.2.2.2 ECT 显像诊断

1) 操作人员违反操作规程或操作不慎打翻药物, 产生了较多的放射性废物;

2) 操作台面或仪器设备受到放射性沾污;

3) 储源分装室内通风柜通风设备失效, 导致放射性废气在储源分装室聚集, 工作人员吸入后, 造成内照射;

4) 放射性核素被盗、丢失等, 并可能通过食物链转移或伤口造成人体内照射危害。

事故工况下的污染因子与正常工况下基本相同, 主要为: 表面污染、 β 射线、 γ 射线、X 射线、放射性废液、废水、废气、固体废弃物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施：**1、工作场所分区**

本项目涉及的后装机房东侧和南侧为院区空地，西侧为控制室，北侧为患者洗浴和候诊区，楼上为注射后候诊室及留观室，楼下为土壤层，ECT 工作场所东侧和南侧为户外悬空，西侧为 3 号楼二层神经内科病房，北侧为候梯厅，楼上为病房，楼下为后装机房及相关辅助用房。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基标准》（GB18871-2002）中的要求应将辐射工作场所划分控制区和监督区，结合该项目核技术利用的特点，该项目重点关注非密封放射性物质工作场所——ECT 工作场所的分区管理，后装机则将机房划为控制区，控制室及机房防护门外 1m 宽范围划分监督区，并建议在防护门外地面以黄色警示色进行标识，提醒无关人员不要靠近。

按照《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）的要求，ECT 工作场所设置在 9 号楼二层，所处区域相对独立，有独立出入口。ECT 工作场所按照控制区、监督区进行分区管理。①分装注射室、储源室、废物间、心肌运动负荷室（抢救室）、注射后候诊室、SPECT-CT 机房、留观室等划为控制区。②ECT 工作场所其他区域划为监督区。

ECT 工作场所平面布置图 10-1，候诊室和诊室布置在 ECT 工作场所北侧，这些场所为非活性区，设门禁与活性区隔开。活性区中病人通道走廊东侧从北往南依次为污洗间、注射后候诊室（内设有患者卫生间）、留观室；病人通道走廊西侧从北往南依次为分装注射室、心肌运动负荷室（抢救室）和 SPECT-CT 机房。给药后病人通道与工作人员通道也做到了不交叉：医生从 ECT 工作场所西侧医生通道走廊门禁进入到 SPECT-CT 操作间工作或由卫生通过间通道进入分装注射室工作，从原路返回到卫生通过间清洁后经医生通道走廊门禁出活性区；病人从病人通道走廊北侧门禁进入到分装注射室注射窗口前注射药物后，进入注射后候诊室至规定时间后到 SPECT-CT 室扫描，扫描完成后进入留观室短暂观察后，由 ECT 工作场所西侧楼梯离开。

药物通道：购进的放射性药物在开诊前无人时经病人出口门禁（日常情况下为只出不进）送至注射分装室内。

排风管道气流方向：ECT 工作场所采用统一的机械排风系统，排风管道气流方向

从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方排放。通风橱设单独机械排风装置，排至该建筑物屋脊上方。上述机械排风设有活性炭过滤措施。

因此，阜阳市肿瘤医院 ECT 工作场所布局基本合理。

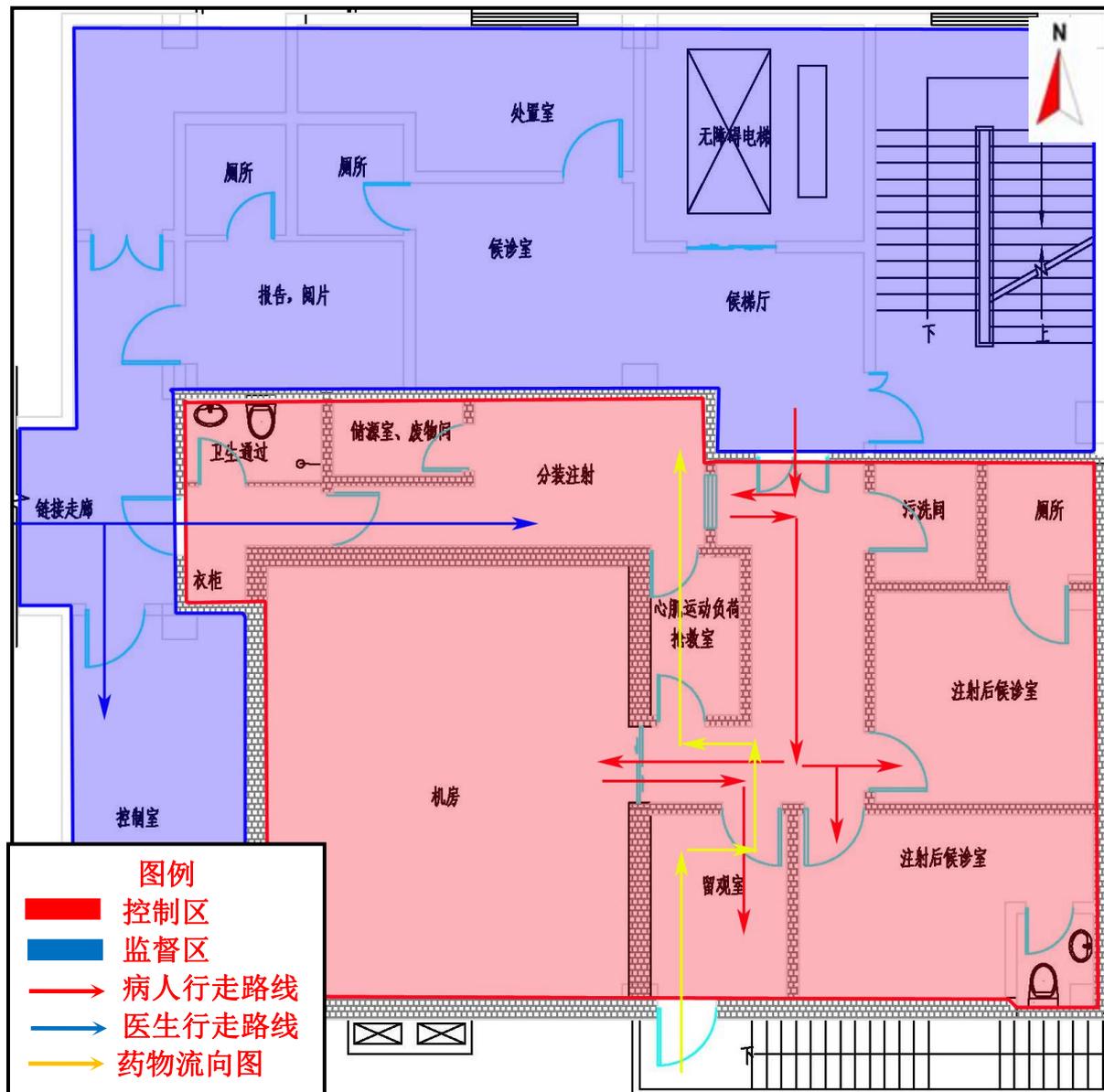


图 10-1 ECT 工作场所分区及人员流向图

2、安全防护措施

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目采取的安全防治措施见表 10-1。

表 10-1 安全防治措施

项目		采取的污染防治措施
防护 措施	后装机	①机房采用密度为 2.35g/cm ³ 混凝土浇筑。北侧为迷道，迷道内墙厚为 0.5m，迷道外墙厚为 0.6m；东侧墙厚均为 0.6m；南侧和西侧墙厚均为 0.65m；顶棚厚为 0.65m。防护门铅当量为 5mm。

	ECT 工作场所	<p>②后装机机房通风管道均以 45° 斜穿过屏蔽墙（未破坏机房的屏蔽性能），医院拟在后装机机房吊顶内安装 1 台 FV-38CAD8C 型的管道式换气扇为后装机房送风，送风量为 600m³/h；拟在 9 号楼楼顶设置 1 台低噪音轴流风机为后装机房排风，排风量为 720m³/h。</p> <p>①屏蔽措施：SPECT-CT 机房四周墙体采用 370mm 实心砖墙（密度不小于 1.65g/cm³）防护。除此之外，ECT 工作场所其他相关工作场所均采用 240mm 实心砖墙防护，ECT 工作场所顶板和地板均采用 200mm 的混凝土楼板（后装机机房顶部所在区域为 650mm 混凝土）。</p> <p>SPECT-CT 机房防护门和观察窗均为 4mm 铅当量，分装注射室、心肌运动负荷室（抢救室）、注射后候诊室、留观室防护门均为 3mm 铅当量。分装注射室内通风柜防护当量为 20mmPb，放射性药物注射有专用防护针筒，用于 ^{99m}Tc 注射的针筒防护铅当量为 2mmPb。</p> <p>②废水：在拟建 9 号楼西侧设置 1 个地理式衰变池，为四级衰变，串联布置，总容积 67.5m³。衰变池底板及四周为 250mm 钢筋混凝土结构，顶板为 200mm 混凝土结构。经衰变池处理后排入医院污水处理站处理后接入城市污水管网，排至阜阳市污水处理站，经污水厂处理后达到后最终排入颍河。</p> <p>③废气：医院在分装注射室设置通风柜，放射性药物的淋洗、分装等均在通风柜内操作，通风橱的顶部连接通风管道，其通风量应能保证在通风橱半开条件下风速不小于 1m/s，能有效防止放射性气溶胶逸出工作室，外排风管口其高度应超出本建筑物屋脊，并且应设置活性炭过滤器。ECT 工作场所的其他房间则采用统一的机械排风系统，排风管道气流方向从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方。</p> <p>④固废：放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套、纱布等放射性废物则储存在储源室及注射准备室内的铅废物桶（20mmPb）中，10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。废活性炭由厂家定期更换，回收处理。</p> <p>⑤废弃放射源：^{99m}Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方。</p>
	安全措施	<p>后装机机房拟设置门机连锁装置</p> <p>机房外均拟张贴警示标志、安装工作状态指示灯</p> <p>放射性废物桶拟张贴电离辐射标志</p> <p>岗位职责和操作规程等工作制度拟在合适张贴上墙</p>
	个人防护	<p>辐射工作人员均应学习辐射安全与防护知识并通过考核后再上岗</p> <p>辐射工作人员均须佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测</p> <p>已配置 1 台 AT1121 型 X、γ剂量率仪，1 台 CoMo170 型α、β表面污染仪、1 台 RM905a 型放射性活度计、1 台辐射防护监测仪（探测光子能量下限低于 20keV）；拟配置 1 台固定式辐射剂量监测仪</p> <p>配置铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅屏风等防护用品</p>
	管理措施	<p>建立以院领导为组长的辐射安全和放射防护管理领导小组，制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理制制度》、《辐射事故应急预案》、《放</p>

射性同位素使用登记表》、《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》等规章制度。

三废的治理:

(1) 后装机

后装机运行时, 机房内会产生的一定量的臭氧和氮氧化物。后装机机房通风管道均以 45°斜穿过屏蔽墙(未破坏机房的屏蔽性能), 医院拟在后装机机房吊顶内安装 1 台 FV-38CAD8C 型的管道式换气扇为后装机房送风, 送风量为 600m³/h, 风压为 100Pa, 噪声源强为 35dB(A); 拟在 9 号楼楼顶设置 1 台低噪音轴流风机为后装机房排风, 排风量为 720m³/h, 风压为 170Pa, 噪声源强为 45dB(A)。

废源: 后装机使用的放射源 ¹⁹²Ir, 一般约半年更换一次, 废源由放射源供应厂家负责调换、运输、处置, 医院负责日常安全管理。

(2) ECT 工作场所

废水: 该项目放射性废水单独收集。医院拟在拟建 9 号楼南侧设置埋地的衰变池 1 座, 为四级衰变, 串联布置, 总容积 67.5m³。衰变池底板及四周为 250mm 钢筋混凝土结构, 顶板为 200mm 钢筋混凝土结构。经衰变池处理后排入医院污水处理站处理后接入城市污水管网, 排至阜阳市污水处理站, 经污水厂处理后达到后最终排入颍河。

废气: 该项目在在分装注射室设置一个防护为 20mmPb 的通风柜, 淋洗、分装和测试操作均在通风柜内进行, 通风柜设有独立通风管道, 引至 9 号楼楼顶排放, 放射工作场所采用统一的机械排风系统, 排风管道气流方向从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方。上述排风管道内均设置活性炭过滤措施, 活性炭定期更换。

固废: 放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布、等放射性废物则储存在储源室及注射准备室内的铅废物桶(20mmPb)中, 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。废弃活性炭由厂家更换时进行回收。

废弃放射源: ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一段时间后, 因放射性活度下降已无实际医用价值, 便连同原包装容器退还给供方。

事故预防措施:

医务人员必须严格按照操作程序进行, 防止事故照射的发生, 避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射, 工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常, 若存

在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发【2006】145号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响：

该项目拟新建 9 号楼，为地上五层建筑。

1、环境空气污染影响分析

本项目施工过程中，大气污染主要来自于施工场地的扬尘、施工机械的尾气。这些废气的影响是局部的、暂时的，影响的程度及范围有限，随着施工期的结束而逐渐消失。

施工期的大气污染物主要为施工扬尘和施工机械尾气，其中又以施工扬尘最为严重。施工扬尘主要取决于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素，其中受风力因素的影响最大，随着风速的增大，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。根据市政施工的现场实测资料，在一般气象条件下，平均风速为 3.8m/s，建筑工地内 TSP 浓度为其上风向对照点的 2-2.25 倍，建筑施工扬尘影响范围可达 150m，影响范围内 TSP 浓度平均值可达 0.48mg/m³，是环境空气质量标准中二级标准值的 1.6 倍，当有围栏时，同等条件下其影响距离可缩短 40%，即影响范围缩小至 90m。尘粒在空气中传播的扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。以沙尘土为例，其沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250 μ m 时，沉降速度为 1.005m/s，因此当尘粒大于 250 μ m 时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场施工季节的气候情况不同，其影响范围和方向也有所不同。施工期间应特别注意施工扬尘的防治问题，须制定必要的防止措施，以减少施工扬尘对周围环境的影响。

为减少和防止扬尘，尽量减轻其污染程度，缩小其影响范围，最大程度降低施工扬尘对区域环境的影响，建设单位和施工单位应落实建筑工地扬尘治理“六个百分之百”（即工地周围围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输）的要求，具体措施如下：

- 1) 施工场地四周必须建设 1.8m 高的临时围墙，缩小施工扬尘扩散范围，以降低施工扬尘对大气环境的影响。
- 2) 采用商品混凝土，不在施工现场进行混凝土搅拌等作业。
- 3) 加强施工现场的管理，水泥、石灰等材料运送时，不得超载，并尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿途抛洒，并及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，

定时洒水抑尘，以减少运输过程中的扬尘；水泥、石灰等容易飞散的物料，应统一存放，并采取盖棚等防风措施；尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包装袋破裂；砂石的筛料，水泥的拆包等应在避风处进行，起尘严重的场所四周要加设挡风尘设施。

4) 为防止场地起尘，应配备洒水车，必要时对相关路段洒水处理，使表面有一定的湿度，减少扬尘。定期清扫施工场地的洒落物，并辅以必要的洒水抑尘等措施，以保证场地不起尘，最大程度减少扬尘对周围大气环境的危害，必要时采用水雾以降低和防止二次扬尘。

5) 当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的砂粉等建筑材料采取遮盖措施。

施工机械采用清洁能源，安装尾气净化装置后污染物排放量大大减小，不会对大气环境产生明显影响。

各部分废气在采取相应措施后，均可以得到较好的控制，同时施工期的影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

2、环境噪声污染影响分析

施工噪声主要来源于施工机械噪声、施工作业噪声和运输车辆噪声、施工机械，如挖土机械、打桩机械等多为点声源，施工作业噪声主要是一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声等，多为瞬时噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪声中，对声环境影响最大的是施工机械噪声。

建筑施工期的噪声源主要来自各种施工机械，其特点是间歇或阵发性的，并具备流动性、噪声较高的特征。施工过程使用的施工机械产生的主要为中低频噪声，将施工机械作为点声源进行预测，露天施工机械只考虑扩散衰减。预测采用《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）的模式进行：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中： $L_A(r)$ 、 $L_A(r_0)$ 分别为距声源 r 、 r_0 处的等效 A 声级（dB(A)）；

r 、 r_0 为接受点距声源的距离（m）。

根据预测主要施工机械在不同距离处的噪声影响值见表 11-1。

表 11-1 主要施工机械在不同距离处的噪声影响值

施工机械	距离施工机械不同距离处的噪声影响值 (dB(A))									
	5	10	20	40	60	80	100	200	300	400
基础工程										
静力压桩机	72	66	60	54	—	—	—	—	—	—
液压挖掘机	86	80	74	68	59	62	60	54	—	—
重型运输车	86	80	74	68	65	62	60	54	—	—
叠加影响值	89.2	83.1	77.1	71.1	66.0	65.0	63.0	57.0	—	—
主体工程										
商砼搅拌车	87	81	73	69	66	63	61	55	—	—
混凝土振捣器	84	78	72	66	63	60	58	—	—	—
混凝土输送泵	91	85	79	73	70	67	65	59	55	—
叠加影响值	93.0	87.0	81.0	75.0	72.0	69.0	67.0	60.5	55.0	—
装修工程										
木工电锯	81	75	69	63	60	57	55	—	—	—
空压机	75	69	63	57	54	51	—	—	—	—
叠加影响值	81.9	75.9	69.9	63.9	60.9	57.9	55	—	—	—

由分析结果可知：主体工程阶段噪声影响相对较大，昼间达标距离为 80m。

建筑施工单位在建设期间，为了减轻施工噪声的影响，在施工期内必须遵照原国家环保总局《关于贯彻实施〈中华人民共和国环境污染防治法〉的通知》（环控[1997]066号）的规定，建设施工单位在施工前应向环保部门申请登记，并服从环保有关部门的监督。除抢修、抢险作业和因生产工艺上要求或者特殊要求必须连续作业外，禁止夜间进行产生环境噪声污染的建筑施工作业，“因特殊要求必须连续作业的，必须有县级以上人民政府或者有关主管部门的证明”（《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第三十条），并且必须公告附近公众。结合该项目实际情况，须采取的具体措施如下：

1) 施工采取封闭作业的方式进行，即施工场界建设围墙或彩钢板围栏，减轻噪声对周围环境的影响。

2) 加强施工管理，合理安排作业时间，避免强噪声设备同时施工、持续作业，严格按照施工噪声管理的有关规定，严禁夜间施工，施工中高噪声机械设备的使用尽量限制在 7:00~12:00、14:00~22:00 时间范围内。因特殊要求必须连续作业的，必须事先向有关部门申报批准并将审核批准的施工内容、施工时间张贴在可能受影响的区域，

公告附近公众，争取公众谅解。

3) 在不影响施工质量的前提下，尽量选用低噪声、低振动的施工机械与施工方式，并注意施工机械的维修保养，避免因设备性能减退而使噪声增强的现象发生。

4) 使用商品混凝土，不在施工场地内设置混凝土搅拌机。

5) 运用隔声、减震等降噪技术，降低施工机械作业噪声。如对高噪声源修建临时隔声间或安装隔声罩，隔声量可达 20dB(A) 以上。

6) 加强对运输车辆的管理，遵照城市管理部门的规定，沿规划路线行驶，尽量避开居民点，控制汽车鸣笛，另外应尽量压缩施工现场汽车数量和行车密度。

7) 优化施工方案，在施工工程招投标时，将降低环境噪声污染的措施列为施工组织设计内容，并在签订的合同中予以明确。

8) 采用或尽量少采用吆喝、吹哨进行指挥作业；严格管理，对车辆及设备限速、限制鸣笛。

只要严格落实上述措施并加以科学管理，施工期噪声对声环境的影响是可以得到控制的，同时施工期的影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

3、废水污染影响分析

(1) 生活废水

施工期工作人员共 10 人，用水按 250L/人·天计算，施工期共 40 天，则生活用水为 100m³。排放系数去 0.8，则排放生活废水 80m³。因产生量较少，产生的生活废水可依托医院现有污水处理系统进行处理。

(2) 施工废水

本项目采取异地搅拌、现场施工的作业方式，因此施工废水主要产生于混凝土养护及墙面冲洗，构件与建筑材料的保湿，废水中主要污染物为泥沙等。产生的施工废水经沉淀处理后用作冲洗用水或场地抑尘洒水。针对施工期的废水影响，拟采取的污染防治措施如下：

①设置临时废水沉淀池一座，收集施工中所产生的各类排放水，在沉淀一段时间后，作为施工用水的一部分重复循环使用。

②施工场地的泥浆水必须经过沉淀池沉淀处理，对未能循环使用的废水经处理达标后外排，严禁向周围水体排放未经处理的废水。

③在施工过程中加强对机械设备的检修，以防止漏油的现象发生；施工设备的维

修应在专业厂家进行，以防止施工现场地表油类污染。

在采取上述措施后，可以有效减少废水对周边环境的影响。

4、固体废物影响分析

施工期所产生的固体废弃物主要有建筑垃圾、弃土、施工人员生活垃圾等。本项目施工量较小，产生的建筑垃圾较少，建设单位委托有资质的单位运送至环保指定地点处理。产生的少量弃土用于场地平整，不外排。

生活垃圾：施工过程中同时施工的人员按 10 人计，生活污染排放系数 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{天}$ ，施工期天数为 40 天，则生活垃圾产生量为 0.2 吨。该项目不设集中施工营地，施工人员的食宿由附近的商业提供。生活垃圾依托医院现有收集设施收集，由环卫部门统一处置。

5、生态影响分析

本项目新建 9 号楼占地面积约为 320m^2 ，距颍河约 300m，本项目建设场地不涉及生态红线，施工过程中产生的废水收集处理，不随意排放，弃土等建筑垃圾运送至环保指定地点处理，施工过程中产生的扬尘在设置围挡等措施。因此，本项目施工期对颍河基本无影响。

综上所述：施工期间将对区域环境会造成一定影响，建设单位和施工单位在施工过程中应严格落实对施工产生的噪声、扬尘、废水、固体废物的管理和控制措施，将这类影响降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

运行阶段对环境的影响：

1、非辐射环境影响分析

1.1 大气环境影响分析

后装机机房内的空气受到射线照射会产生一定量的臭氧和氮氧化物，若在机房内聚集，对机房的人员和设施均具有一定的危害。根据医院提供的设计材料后装机机房通风管道以斜穿屏蔽墙（未破坏后装机机房的屏蔽性能）详见图 11-1 至图 11-3。

本项目在后装机机房吊顶内和 9 号楼楼顶分别设置了 1 台管道式换气扇和 1 台低噪音轴流风机未机房进行送排风，排风机排风量为 $720\text{m}^3/\text{h}$ 。

（1）臭氧对环境的影响

依据 IAEA188 《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志 Vol14，

2, P101, 1994), 后装机放射源 ^{192}Ir 所致 O_3 的产额估算方法如下:

$$P = 2.34 AK_{\gamma} \times 2 \times \left(\frac{3V}{4\pi} \right)^{1/3} G \quad (1)$$

式中: P— O_3 的产额, mg/h;

A—放射源活度, $3.70 \times 10^5 \text{MBq}$;

Kr—源的空气比释动能率常数, $1.85 \times 10^{-9} \text{Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{min} \cdot \text{MBq}$;

V—后装机机房的体积, m^3 (取 136m^3 , 含迷道);

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数 (一般为 6-10, 为保守考虑取 10);

同时, 需要考虑到机房壁的散射射线使机房内的 O_3 增加 10%, 根据上式计算得, 机房有用线束的 O_3 产额为 0.11mg/h 。

3) 臭氧的浓度

辐射所致有害气体以 O_3 为主, 在考虑通风的情况下, 空气中的 O_3 平衡浓度由下式估算:

$$Q = \frac{P \times T}{V} \quad (2)$$

式中: Q—后装机机房内 O_3 平衡浓度, mg/m^3 ;

P— O_3 的辐射产额, mg/h;

T—有效清洗时间, h;

V—机房体积, m^3 。

其中, 有效清洗时间 T 由下式计算:

$$T = \frac{T_v \cdot T_d}{T_v + T_d} \quad \text{式 (13)}$$

式中: T_v —换气一次所需时间, h;

T_d — O_3 的有效分解时间, 取 0.83h 。

根据上述计算公式得出不同换气次数时的 O_3 平衡浓度见表 11-2。

表 11-2 加速器机房不同换气次数时的臭氧浓度

参数	换气 1 次/h	换气 2 次/h	换气 3 次/h	换气 4 次/h	换气 5 次/h	换气 6 次/h
T _v	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17
T(h)	0.45	0.31	0.24	0.19	0.16	0.14
Q(mg/m ³)	0.00036	0.00025	0.00019	0.00015	0.00013	0.00011

根据表 11-2，本项目的排风设计能够满足《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）中关于通风换气次数的要求（机房通风换气次数应不小于 4 次/h，以及《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2002）中 0.16mg/m³（1 小时平均值）的臭氧浓度限值要求。

(2) 氮氧化物对环境的影响

在多种氮氧化物（NO_x）中，以 NO₂ 为主，其产额约为 O₃ 的一半，工作场所中 NO₂ 的限值（0.24mg/m³）大于 O₃ 的限值。因而工作场所中 O₃ 浓度达到《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2002）要求时，NO_x 的浓度也会满足要求。

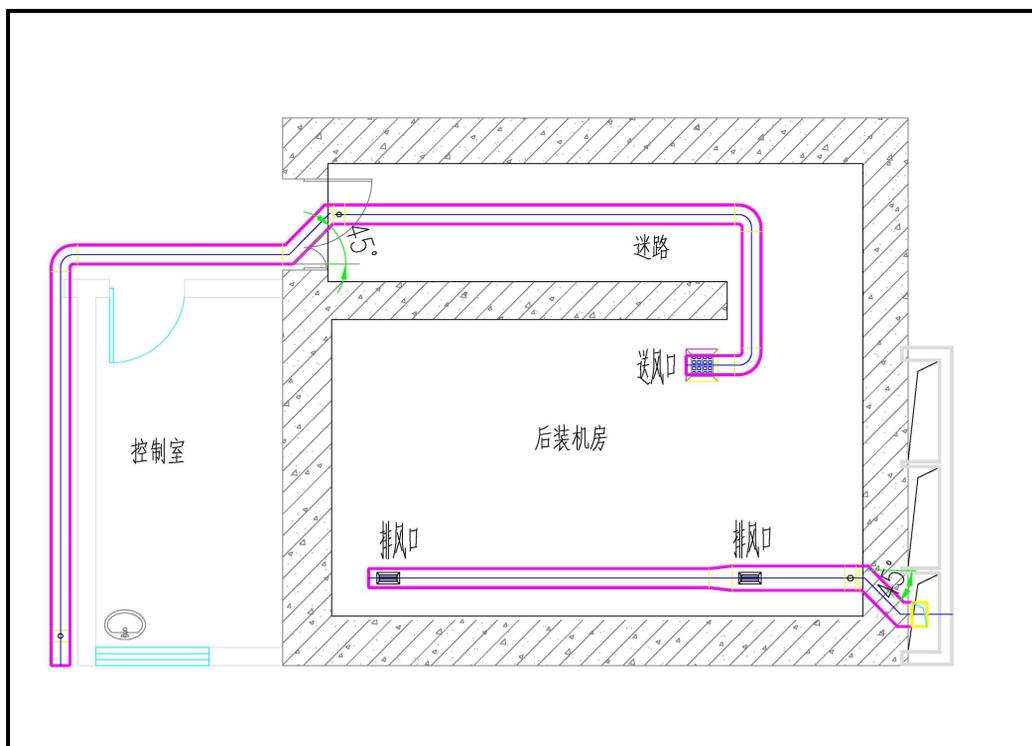


图 11-1 后装机机房风管穿墙示意图

1.2 声环境影响分析

由污染源分析可知，项目运行期间产生的噪声主要来源于风机等设备运行噪声，本项目新建 9 号楼噪声源主要为后装机房、ECT 工作场所的送排风机。根据医院提供的设计资料，后装机机房送风机的噪声源强为 35dB（A），排风机的噪声源强为 45dB

(A)；ECT 工作场所送风机的噪声源强为 55dB (A)，排风机噪声源强为 60dB (A)。

由本项目平面布置图可知，除后装机机房送风机（噪声源强较小，忽略不计）外，其他噪声源均位于 9 号楼楼顶，距离很近，叠加为 1 个等效声源，等效声源的源强为 61.2dB (A)。

由于各排风机均位于拟建 9 号楼楼顶，因此，采用半自由空间衰减模式进行预测：

$$L_A=L_{AW}-20lgr-8$$

式中： L_A 为 A 声压级，dB(A)； L_{AW} 为噪声源 A 声功率级，dB(A)； r 为噪声源距预测点距离，m。

根据院区平面布置图，等效噪声源位于 9 号楼楼顶，因此重点关注对医院东、西、北侧边界（南侧边界与时大庄紧临）、9 号楼北侧约 53m 处的新病房大楼、西侧约 50m 处的 2 号楼、南侧约 75m 处的 8 号楼、东侧约 20m 处的医院家属楼、东南侧约 95m 处的华丰小区、南侧约 100m 处的时大庄、西侧约 85m 处的桃园社区内人员的影响。本项目噪声源位置及周边环境详见图 11-2。预测结果见表 11-3。



图 11-2 本项目噪声源位置及周边环境图

表 11-3 排风机噪声预测参数与结果

预测点位	L_{AW} (dB(A))	r (m)	贡献值 (dB(A))	现状值 (dB(A))	预测值 (dB(A))
东侧边界	61.2	7	36.3	56	56
西侧边界	61.2	79	15.2	55	55
北侧边界	61.2	200	7.2	61	61
新病房大楼	61.2	53	18.7	53	53
2 号楼	61.2	50	19.2	52	52
8 号楼	61.2	75	15.7	53	53
医院家属楼	61.2	20	27.2	55	55
华丰小区	61.2	95	13.6	51	51
时大庄	61.2	100	13.2	51	51
桃园社区	61.2	85	14.6	51	51

由于该项目夜间不运行，因此不会改变区域夜间声环境现状，对区域夜间声环境无影响。由预测结果可知，该项目投入运行后，医院四周边界及噪声敏感点处的噪声值无变化，因此，本项目运行后，对周边噪声环境基本无影响。

1.3 废水处理措施依托可行性分析

根据医院提供的资料，医院现有污水处理站处理规模为 800m³/d，现污水日处理量约为 500m³/d，根据污染源项分析，本项目运行后，日均产生放射性废水量为 18.683m³/d，现有污水处理站能满足本项目产生的废水量，同时，本项目产生的放射性废水经衰变池处理后，废水水质与普通医疗废水基本相同，污水水质满足现有污水处理站的进水水质要求。因此本项目产生的废水（放射性废水经衰变池处理后）接入院区污水处理站是可行的。医院现有污水处理站现状见图 11-3。



图 11-3 医院现有污水处理站照片

1.4 固废处理措施依托可行性分析

本项目运营期产生的固废主要包括门诊病人、住院病人、陪护及医务人员产生的生活垃圾、医疗废物等。根据污染原乡分析，本项目医疗废物产生量为 36.4kg/d（放射性废物 6.4kg/d），9.1t/a（放射性废物 1.6t/a）。

阜阳市肿瘤医院按照有关规定每日对产生的各种医疗废物进行规范处理（毁形、消毒等），已在院区内设置一座医疗废物暂存间暂存（120m²），分类包装、存放，防止所盛装的废物泄露（渗漏）至包装物外，安排专人每日将各科室所产生的医疗废物集中到所设置的医废暂存区，并按类别投入周转箱内，由有资质的医疗废物处置单位（阜阳市利康医疗废物处置有限公司）提供运输车辆，按照医院确定的内部医疗废物运送时间、路线每日收运并无害化处置（医疗废物集中处置合同详见附件五）。

医院内部各处设置生活垃圾分类收集桶，每日收集后由环卫部门统一清运送垃圾填埋场填埋处理。

本项目新增医疗废物（放射性废物储存衰变达标后）及生活垃圾依托现有收储运系统是完全可行的。医院现有医疗废物暂存间见图 11-4。



图 11-4 医院现有医疗废物暂存间照片

2、后装机辐射环境影响分析

2.1 后装机机房屏蔽设计分析

（1）后装机机房屏蔽设计

后装机机房位于拟建 9 号楼一层，机房采用密度为 2.35g/cm³ 混凝土浇筑。北侧为迷道，迷道内墙厚为 0.5m，迷道外墙厚为 0.6m；东侧墙厚均为 0.6m；南侧和西侧墙厚均为 0.65m；顶棚厚为 0.65m。防护门铅当量为 5mm。通风管道均以 45° 斜穿过屏蔽墙（未破坏机房的屏蔽性能）。

后装机机房东侧和南侧为院区空地，西侧为控制室，北侧为患者洗浴和候诊区，

楼上为注射后候诊室及留观室，楼下为土壤层。后装机机房设计结构及预测点位分布示意图详见图 11-6（阴影部分为治疗源可能活动的范围，对于不同关注点分别以最近距离进行保守预测，预测点取墙体或者防护门外 0.3m 处，顶棚取距离地面高 1m 处）。

（2）机房符合性分析

后装机机房的有效使用面积约为 27.5m²，控制室位于后装机房西侧屏蔽墙外，能够满足《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）中“5.1 治疗室必须与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积应不小于 20m²”的规定要求。

2.2 后装机房屏蔽措施评价

此评价报告对后装机机房屏蔽效果的评述，依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）中的计算模式和相关参数。

（1）剂量率参考控制水平

依据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）中的相关要求，剂量率参考控制水平 H_c 取导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 和最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ （2.5 μ Sv/h，与 GBZ121-2017 相同）中的较小者。

导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ （ μ Sv/h）计算公式如下：

$$H_{c,d} = H / (t \cdot U \cdot T) \quad (3)$$

H —周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ μ Sv/周），职业工作人员： $H \leq 100\mu$ Sv/周，公众： $H \leq 5\mu$ Sv/周；

U —使用因子，取 1；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，①全居留（ $T=1$ ）：管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区等；②部分居留（1/4：1/2~1/5）：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室、走廊、雇员休息室、职员休息室等；③偶然居留（1/16：1/8 $\leq T \leq$ 1/40）：各治疗室房门、公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室以及病人滞留区域、屋顶、门岗室等。后装机房平面布局及周边环境概况详见图 11-2；

t —周治疗时间，单位为小时每周（h/周）。根据医院提供的资料，后装机房投入使用后，预计平均每天接待治疗病人不超过 20 人次，平均每位病人治疗时间约 10 分钟，每周工作 5 天，即周照射时间约为 17 小时。

各关注点剂量率参考控制水平计算参数及结果见表 11-4。

表 11-4 各关注点剂量率参考控制水平计算参数及结果

关注点	H ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	U	T	t (h)	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	H_{cmax} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	需屏蔽 辐射源
1	5	1	1/4	17	1.18	2.5	1.18	有用线束
2	5	1	1/4	17	1.18	2.5	1.18	有用线束
3	100	1	1	17	5.88	2.5	2.5	有用线束
4	5	1	1/4	17	1.18	2.5	1.18	有用线束
5	5	1	1/4	17	1.18	2.5	1.18	有用线束
6	5	1	1/4	17	1.18	2.5	1.18	有用线束

(2) 屏蔽墙及顶板屏蔽措施评价

屏蔽墙及顶板屏蔽预测公式：

$$t_{barrier} = TVL \cdot \lg \left(\frac{A\Gamma}{d^2} \cdot \frac{1}{H_c} \right) \quad (4)$$

式中： $t_{barrier}$ —屏蔽层厚度，mm； TVL —十值层厚度，mm；

A —源强总活度，MBq，该项目后装机拟使用活度为 10Ci 的 ^{192}Ir 密封源；

Γ —核素的空气比释动能常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

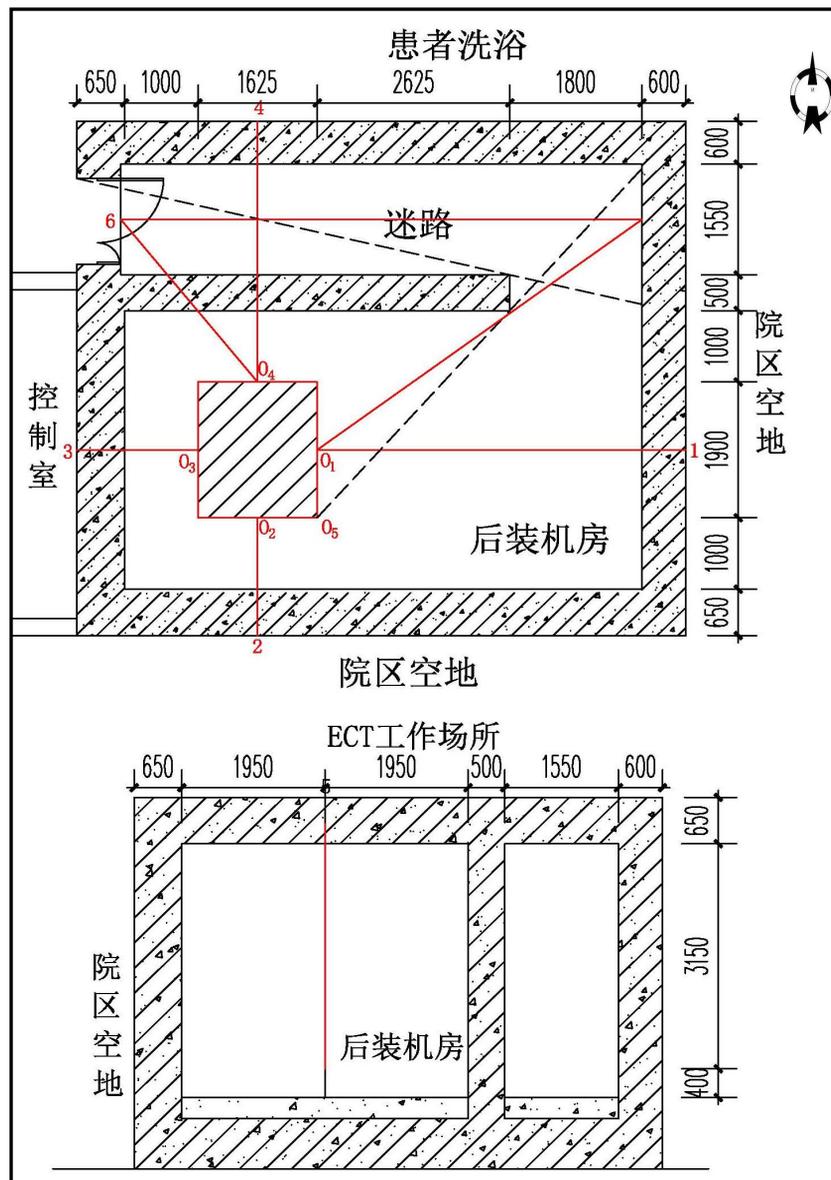
d —放射源至关注点的距离，m；

H_c —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

后装机房屏蔽墙及顶板屏蔽要求预测参数及结果符合性分析见表 11-5。

表 11-5 后装机房屏蔽墙及顶板屏蔽要求预测参数及结果符合性

参考点	A (MBq)	Γ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	d (m)	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	TVL (mm)	$t_{barrier}$ (mm)	屏蔽设计 (mm)	符合性
1	3.70×10^5	0.111	5.33	1.18	152	469	650	符合
2	3.70×10^5	0.111	1.95	2.50	152	553	650	符合
3	3.70×10^5	0.111	1.95	1.18	152	602	650	符合
4	3.70×10^5	0.111	3.95	1.18	152	509	1150	符合
5	3.70×10^5	0.111	4.80	1.18	152	483	600	符合



注：摆位时医生与治疗头的距离平均约 1m。

图 11-5 后装机机房屏蔽及预测点位设置示意图

(3) 防护门屏蔽措施评价

防护门预测公式：

$$H_s = \frac{A\Gamma}{d_1^2} \cdot \frac{\alpha S}{d_2^2}$$

$$t_{barrier} = TVL \cdot \lg \left(\frac{H_s}{H_c - H_{og}} \right) \quad (5)$$

式中： H_s —散射线致防护门处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

d_1 —治疗中心距墙体散射面的距离，取 5.24m；

α —散射系数，取 3.05×10^{-3} ； S —散射面积，取 $(1.63\text{m} \times 3.55\text{m})$ ；

d_2 —散射面至关注点的距离，7.65m；

TVL —十值层厚度，mm，初始射线经 144° 散射后的能量约为 0.17MeV，保守取 0.2MeV，对应的 TVL 为 5mmPb；

H_{og} —漏射线穿过迷道内墙到达防护门的剂量率，由计算得出为 $2.20 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；其他参数同式（4）。

经计算得：初始射线经散射到达迷道入口处剂量率为 $0.45 \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $H_c - H_{og}$ （即 $0.96 \mu\text{Sv/h}$ ），因此，该项目后装机房拟安装 5mm 铅当量的防护门，满足防护要求。

（3）摆位医生辐射影响评价

根据《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）第 4.2.2 条：距离贮源器表面 1m 处的球面上，因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $5 \mu\text{Sv/h}$ 。根据医院提供的资料，后装机房投入使用后，预计平均每天接待治疗病人不超过 20 人次，平均每位病人治疗时间约 10 分钟，医生指导摆位时间约 4 分钟，年运行 250 天，可得摆位医生所受附加剂量为 1.67mSv/a 。

由预测结果可知，在医院预测的工作负荷情况且在正常工作状态下，后装机房房的屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv 、公众年有效剂量不超过 0.25mSv ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

2.3 后装治疗机机房周边各关注点剂量估算

根据公式（15），可反推出屏蔽墙外剂量率计算公式：

$$t_{barrier} = TVL \cdot \lg \left(\frac{A\Gamma \cdot 1}{d^2 \cdot H_c} \right) \rightarrow H = \frac{A\Gamma \cdot 10^{\frac{-t}{TVL}}}{d^2} \quad (4)$$

根据公式（14），可反推防护门外剂量率计算公式：

$$t_{barrier} = TVL \cdot \lg \left(\frac{A\Gamma \cdot aS}{(H_c - H_{og}) \cdot d_1^2 \cdot d_2^2} \right) \rightarrow H = \frac{A\Gamma \cdot aS \cdot 10^{\frac{-t}{TVL}}}{d_1^2 \cdot d_2^2} + H_{og} \quad (6)$$

表 11-6 初始射线辐射对后装机机房外环境的附加剂量率估算结果

参考点	A (MBq)	Γ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	d (m)	t (mm)	TVL (mm)	B	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1	3.70×10^5	0.111	5.33	650	152	5.29×10^{-5}	7.65×10^{-2}
2	3.70×10^5	0.111	1.95	650	152	5.29×10^{-5}	5.70×10^{-1}
3	3.70×10^5	0.111	1.95	650	152	5.29×10^{-5}	5.70×10^{-1}
4	3.70×10^5	0.111	3.95	1150	152	2.72×10^{-8}	7.15×10^{-5}
5	3.70×10^5	0.111	4.80	600	152	1.13×10^{-4}	2.00×10^{-1}
6	3.70×10^5	0.111	3.24	646+5	152+16	2.74×10^{-5}	1.07×10^{-1}

根据公式 (6) 计算得：防护门外的剂量率为 $1.52\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，本项目后装治疗机周围各关注点的剂量率水平在 $7.15\times 10^{-5}\sim 5.70\times 10^{-1}\mu\text{Sv/h}$ 的范围内，满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： γ 射线源放射治疗机房》(GBZ/T 201.3-2014) 中的要求。

2.4 附加年有效剂量估算

根据建设单位提供的资料，后装机房投入使用后，预计平均每天接待治疗病人不超过 20 人次，平均每位病人治疗时间约 10 分钟，年工作 250 天，即年最大照射时间约为 833 小时。本项目后装治疗机机房的职业工作人员及周围公众成员的附加年有效剂量估算结果见表 11-7。

表 11-7 后装治疗机房职业工作人员及公众成员的附加年有效剂量估算

关注点	对象	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	居留因子	附加年有效剂量 H (mSv/a)
后装治疗机房东侧屏蔽墙外 30cm 处 1	公众成员	7.65×10^{-2}	833	1/4	1.59×10^{-2}
后装治疗机房南侧屏蔽墙外 30cm 处 2	公众成员	5.70×10^{-1}	833	1/4	1.19×10^{-1}
后装治疗机房西侧屏蔽墙外 30cm 处 3	职业人员	5.70×10^{-1}	833	1	4.76×10^{-1}
后装治疗机房北侧屏蔽墙外 30cm 处 4	公众成员	7.15×10^{-5}	833	1/4	1.49×10^{-5}
后装治疗机房顶棚屏蔽墙外 1m 处 5	公众成员	2.00×10^{-1}	833	1/4	4.19×10^{-2}
后装治疗机房防护门外 30m 处 6	公众成员	2.52×10^{-1}	833	1/4	5.24×10^{-2}
摆位医生处	职业人员	5.0	333	1	1.67

由表 11-7 可知，预测后装治疗机职业人员最大附加年有效剂量为 1.67mSv，低于

管理限值 5mSv, 公众成员附加年有效剂量最大为 $1.19 \times 10^{-1} \text{mSv}$, 低于管理限值 0.25mSv, 且均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002) 的有关要求。

2.5 后装机房安全联锁系统

该项目后装机房拟安装防护门, 并设置门机联锁。治疗室防护门上方设置工作状态指示灯、声光报警装置。控制室内的操作台上和机房内墙壁上拟设置紧急按钮开关, 当遇到任何紧急情况需要立即停止治疗, 只要按动以上开关中的任何一个, 放射源立即回到贮存位。所有应急按钮开关均设有自锁机构, 按下后不会自动恢复, 必须释放紧急按钮开关后才能恢复供电进入正常工作状态。

防护门装有常开式开关, 用于确保放射源不处于贮存位时防护门始终处于关闭状态。防护门处于开启状态, 放射源无法输源进行治疗; 后装机处于输源或治疗状态时, 防护门意外打开, 后装机将自动回源到贮存位。

所有紧急按钮开关和防护门均设双路供电系统, 在停电状态下由医院应急电源供电, 以确保在停电状态下能正常开启防护门。

综上所述, 该项目后装机房屏蔽墙效果良好, 配置了完善的安全联锁装置, 对周围环境影响较小。

2.6 放射源安全管理

该项目后装机使用的铯-192 为 III 类密封源, 存在密封源失控的潜在危险。阜阳市肿瘤医院应建立放射源台帐, 强化了安全保卫措施, 防止放射源丢失。设备定期更换的铯-192 放射源拟由生产厂家委托有放射性物质运输资质的单位负责将铯-192 运至阜阳市肿瘤医院, 并委派安装调试人员前往医院负责安装调试, 废源也将由生产厂家负责回收。

3、ECT 场所辐射环境影响分析

3.1 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最大等效操作量计算方法, 可以计算得出放射性核素的日等效最大操作量。

表 11-8 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	极毒	高毒	中毒	低毒
毒性组别修正因子	10	1	0.1	0.01

表 11-9 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体, 溶液和 悬浮液	表面有污染 的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压力很 高的液体、固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

$$\text{日等效操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性因子}}{\text{操作方式的修正因子}}$$

表 11-10 非密封放射性核素使用情况

核素名称	物理、化学 性状	实际操作量	操作方式	贮存方式与地点
⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc	液态 高锝酸钠	每人每次用量 25mCi, 年诊断 5000 人次, 每周开展五次, 一天最多 32 人次	淋洗、分装、注 射 (很简单)	贮存在 ECT 工作场 所的通风柜内

表 11-11 非密封放射性核素日等效操作量核算

核素名称	日最大操作量 (Bq)	毒性 组别	毒性组别 修正因子	操作 方式	操作 状态	操作方式及状 态修正因子	日最大等效操作量 (Bq)
⁹⁹ Mo	2.96×10 ¹⁰	中毒	0.1	贮存	液态	100	2.96×10 ⁷
^{99m} Tc	2.96×10 ¹⁰	低毒	0.01	很简单	液态	10	2.96×10 ⁷
合计							5.92×10 ⁷

注：1、日实际操作量以可能发生的最大情况取值；2、医院购买的最大量为一个初始活度 800mCi 的钼铈发生器，⁹⁹Mo 保守以液态贮存确定修正因子。

本项目老院区 ECT 工作场所日最大等效操作量为 5.92×10⁷Bq，属于乙级非密封源工作场所。

3.2 辐射防护措施

(1) 屏蔽措施

SPECT-CT 机房四周墙体采用 370mm 实心砖墙（密度不小于 1.65g/cm³）防护。除此之外，ECT 工作场所其他相关工作场所均采用 240mm 实心砖墙防护，ECT 工作场所顶板和地板均采用 200mm 的混凝土楼板（后装机机房顶部所在区域为 650mm 混凝土）。

SPECT-CT 机房防护门和观察窗均为 4mm 铅当量，分装注射室、心肌运动负荷室（抢救室）、注射后候诊室、留观室防护门均为 3mm 铅当量。分装注射室内通风柜

防护当量为 20mmPb，放射性药物注射有专用防护针筒，用于 ^{99m}Tc 注射的针筒防护铅当量为 2mmPb。

该项目 ECT 工作场所放射性废水的收集均采用含铅铸铁管道，具有一定的防护效果，且该项目 ECT 工作场所位于二层，而衰变池为地理式，正常情况下垂直管道中无放射性废水滞留，其辐射影响很小。同时医院废水管道敷设需满足《综合医院建筑设计规范》GB51039-2014 的要求，即“排放含有放射性污水的管道应采用机制含铅铸铁管道，水平敷设在垫层内或专用防敷吊顶内，立管应安装在壁厚不小于 150mm 的混凝土与管道井内”。

(2) 清污

放射性核素操作过程中如果出现药品泼洒在地板或操作台或其他物体表面，立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理。吸水纸及棉纱布等一次性清洁用品作为固体废物处理。

(3) 放射性废气

该项目在淋洗分装室设置一个防护为 20mmPb 的通风柜，淋洗、分装和测试操作均在通风柜内进行，通风柜设有独立通风管道，引至 9 号楼楼顶排放，放射工作场所采用统一的机械排风系统，排风管道气流方向从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方。上述排风管道内均设置活性炭过滤措施，活性炭定期更换。

(4) 放射性废水

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）5.1.1 款规定，使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 $2 \times 10^7 \text{Bq}$ 的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防渗漏措施。

由工程分析可知，医院的放射性废水中含有放射性核素 ^{99m}Tc 。放射性废水主要包括工作人员操作过程中产生少量含放射性核素的废水、病人排泄物、清洁用水等。

为限制排放总量，医院拟在拟建 9 号楼南侧设置 1 座地理式衰变池，用于收集 ECT 工作场所产生的放射性废水，衰变池为四级衰变池（衰变池设计图纸详见附图十二），为钢筋混凝土结构，总容积为 67.5m^3 。放射性废水经衰变池储存衰变，经衰变池处理达标后，依托医院自建污水处理站处理后经城市污水管网进入阜阳市污水处理站处理，最终排入颍河。

放射性废水产生量，依据《建筑给排水设计规范》（GB50015-2010）中有关医院的用水定额，以及该项目本项目的具体设置情况确定。

由污染源项分析可知，本项目日产生放射性废水量为 0.648m³/d。放射性废水在衰变池衰变时间约为 67.5/0.648=104 天。在医院预计的工作负荷且正常工作状态下，衰变池的设计容积能确保 ECT 工作场所放射性废水在衰变池的储存衰变远超过主要核素 ^{99m}Tc（6h）10 个半衰期。

（5）放射性固体废物

由工程分析可知，放射性固体废弃物主要包括废 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器，放射性药品瓶、一次性注射器、服用器皿、试管、手套和纱布、废弃活性炭等物品，以及衰变池定期清捞的沉积物。

⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，医院应加强放射性废物间的管理工作，防止发生 ⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器丢失事故。废弃活性炭由厂家定期更换时回收。

含放射性核素的废物分类放入废物袋专用污物桶内，再将污物桶内的固体废弃物连同垃圾袋暂存在放射性废物间，贮存 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。用来收集放射性固体废弃物的专用污物桶须贴上电离辐射标志，并把受不同核素污染的固体废物分开收储，每次收集时收集袋表面应贴上标签，标明废物类型、核素种类及最后一天的收集时间。

3.3ECT 工作场所屏蔽措施符合性分析

屏蔽预测公式如下：

$$H = \frac{A\Gamma}{R^2} \cdot 10^{-\frac{d}{D}} \cdot t \quad \rightarrow \quad d = D \cdot \lg \left(\frac{A\Gamma}{R^2} \cdot \frac{t}{H} \right) \quad (7)$$

式中： H —所受附加剂量，mSv； A —放射性核素活度，MBq； Γ —放射性核素剂量率常数，mSv·h⁻¹·MBq⁻¹； R —关注点与放射性核素的距离，m； d —屏蔽体的实际厚度，mm； D —十值层厚度，mm； t —接触时间，h。

根据美国 AAPM108 号报告，给出了计算关注点的原则，计算中将患者视为理想“点源”并位于病房中央，四周屏蔽墙关注点位置在墙外 0.3m 处，屋顶关注点位置在楼板地面上方 0.5m 处。楼下关注点在地面上方 1.7 米处。

^{99m}Tc 显像诊断，年诊断 5000 人次，每人每次用量为 925MBq，⁹⁹Mo-^{99m}Tc 发生器每

次淋洗分装的时间为 30 分钟，一年 250 次，淋洗分装时距离放射源的距离为 0.3m，每位病人摆位时间约为 0.5 分钟，摆位时距离约为 1m，每次扫描时间约为 15 分钟。

淋洗分装人员每天分装的 ^{99m}Tc 核素量最大为 32×25mCi=29600MBq，每天淋洗分装时间约为 30 分钟，一年 250 次，年淋洗分装时间为 125 小时；注射医生每次注射时间为 20 秒，年诊治病人数 5000，则年注射时间为 27.8 小时；摆位医生每次摆位时间 0.5 分钟，年诊治病人数 5000，则年摆位时间为 41.7 小时。控制室医生每次扫描时间为 15 分钟，年诊治病人数 5000，则年扫描时间为 1250 小时。本项目设置 1 间注射后候诊室，病人在候诊室内停留时间 15 分钟，则注射后候诊室最大存在 5 名病人候诊时间为 1250/5=250 小时。本项目设置 1 间留观室，病人在留观室停留时间 15 分钟，则留观室最大停留 2 名病人的时间为 1250/2=625 小时。

ECT 工作场所各关注点的屏蔽符合性分析详见表 11-12 和表 11-13。

表 11-12 ECT 工作场所各关注点的屏蔽要求预测参数及结果

预测点位		A (MBq)	R (m)	Γ (mSv·h ⁻¹ ·MBq ⁻¹)	t (h)	管理限值 (mSv/a)	D (mm)	d (mm)
分装注射室	分装医生	2.96×10 ⁴	0.3	2.07×10 ⁻⁵	125	5	1	3.2
	注射护士	9.25×10 ²	0.3	2.07×10 ⁻⁵	27.8	5	1	0.07
	楼上	9.25×10 ²	3.5	2.07×10 ⁻⁵	27.8×1/4	0.25	10	0
	楼下	9.25×10 ²	2.4	2.07×10 ⁻⁵	27.8×1/4	0.25	10	0
	北侧	9.25×10 ²	2.0	2.07×10 ⁻⁵	27.8×1/4	0.25	10	0
注射后候诊室	楼上	9.25×10 ² ×5	3.5	2.07×10 ⁻⁵	250×1/4	0.25	10	2.9
	楼下	9.25×10 ² ×5	2.4	2.07×10 ⁻⁵	250×1/4	0.25	10	6.2
SPECT-CT 机房	摆位医生	9.25×10 ²	1.0	2.07×10 ⁻⁵	41.7	5	1	0
	楼上	9.25×10 ²	3.5	2.07×10 ⁻⁵	1250×1/4	0.25	10	2.9
	楼下	9.25×10 ²	2.4	2.07×10 ⁻⁵	1250×1/4	0.25	10	6.2
	西侧	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	1250×1/4	0.25	10	3.4
	防护门外	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	1250	5	1	0
	观察窗外	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	1250	5	1	0
留观室	楼上	9.25×10 ² ×2	3.5	2.07×10 ⁻⁵	625×1/4	0.25	10	2.9
	楼下	9.25×10 ² ×2	2.4	2.07×10 ⁻⁵	625×1/4	0.25	10	6.2

表 11-13 ECT 工作场所各关注点的屏蔽设计符合性分析

预测点位		屏蔽设计 (mm)	屏蔽要求 (mm)	符合性
分装注射室	淋洗分装柜	20 铅当量	3.2 铅	符合
	^{99m} Tc 注射的针筒	2 铅当量	0.07 铅	符合
	顶板	200 混凝土	0 混凝土	符合
	地面	200 混凝土	0 混凝土	符合
	北侧	240 实心砖墙 (168 混凝土)	0 混凝土	符合
注射后候诊室	顶板	200 混凝土	2.9 混凝土	符合
	地面	650 混凝土	6.2 混凝土	符合
SPECT-CT 机房	铅屏风	0 铅当量	0 铅	符合
	顶板	200 混凝土	2.9 混凝土	符合
	地面	200 混凝土	6.2 混凝土	符合
	西侧	370 实心砖墙 (260 混凝土)	3.4 混凝土	符合
	防护门	4 铅当量	0 铅	符合
	观察窗	4 铅当量	0 铅	符合
留观室	顶板	200 混凝土	2.9 混凝土	符合
	地面	650 混凝土	6.2 混凝土	符合

注：根据《辐射防护导论》P88 可知，对于以康普顿散射使 X 或 γ 射线减弱的主要因素，对于混凝土、砖等常用建筑材料，可用下式进行厚度换算： $\rho_1 \times d_1 = \rho_2 \times d_2$ ， ρ 为材料密度，本项目混凝土密度取 2.35g/cm³，实心砖密度取 1.65g/cm³，d 为材料厚度。代入参数得，240mm 实心砖相当于 168mm 混凝土，370mm 实心砖相当于 260mm 混凝土。

从 ECT 工作场所屏蔽设计符合性分析可知，工作场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.4 ECT 工作场所周围辐射工作人员和公众所受年有效剂量预测

3.4.1 辐射工作人员所受剂量

根据公式（7）及相关参数得出本项目辐射工作人员受照剂量预测结果见表 11-14。

表 11-14 辐射工作人员所受年剂量预测参数及结果

预测点位		A (MBq)	R (m)	Γ (mSv·h ⁻¹ ·MBq ⁻¹ ·m ²)	t (h)	d (mm)	T (mm)	H (mSv/a)
分装注射室	分装医生	2.96×10 ⁴	0.3	2.07×10 ⁻⁵	125	20	1	8.51×10 ⁻¹⁷
	注射护士	9.25×10 ²	0.3	2.07×10 ⁻⁵	27.8	2	1	5.91×10 ⁻²

SPECT-CT 机房	摆位医生	9.25×10^2	1.0	2.07×10^{-5}	41.7	/	1	7.98×10^{-1}
	控制室医生	9.25×10^2	3.3	2.07×10^{-5}	1250	4	1	2.20×10^{-4}

由预测结果可知，ECT 工作场所的辐射工作人员受到的附加年有效剂量最大为 $7.98 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，满足项目管理限值 5mSv 的要求。

3.4.2 周围公众所受剂量

根据公式（7）及相关参数得出本项目周围公众人员年受照剂量预测结果见表 11-15。

表 11-15 公众成员所受年剂量预测参数及结果

预测点位		A (MBq)	R (m)	Γ ($\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$)	t (h)	d* (mm)	T (mm)	H (mSv/a)
分装注射室	楼上	9.25×10^2	3.5	2.07×10^{-5}	27.8×1/4	200	10	1.09×10^{-22}
	楼下	9.25×10^2	2.4	2.07×10^{-5}	27.8×1/4	200	10	2.31×10^{-22}
	北侧	9.25×10^2	2.0	2.07×10^{-5}	27.8×1/4	168	10	5.27×10^{-19}
注射后候诊室	楼下	$9.25 \times 10^2 \times 5$	3.5	2.07×10^{-5}	250×1/4	200	10	4.88×10^{-21}
	楼下	$9.25 \times 10^2 \times 5$	2.4	2.07×10^{-5}	250×1/4	650	10	1.04×10^{-65}
SPECT-CT 机房	楼上	9.25×10^2	3.5	2.07×10^{-5}	1250×1/4	200	10	4.88×10^{-21}
	楼下	9.25×10^2	2.4	2.07×10^{-5}	1250×1/4	200	10	1.04×10^{-20}
	西侧	9.25×10^2	3.3	2.07×10^{-5}	1250×1/4	260	10	5.49×10^{-27}
留观室	楼上	$9.25 \times 10^2 \times 2$	3.5	2.07×10^{-5}	625×1/4	200	10	4.88×10^{-21}
	楼下	$9.25 \times 10^2 \times 2$	2.4	2.07×10^{-5}	625×1/4	650	10	1.04×10^{-65}

注：*为 ECT 工作场所屏蔽材料等效混凝土的厚度。

由预测结果可知，本项目 ECT 工作场所周围公众成员受到的附加年有效剂量最大为 $5.27 \times 10^{-19} \text{mSv/a}$ ，低于项目管理目标（公众年有效剂量不超过 0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB188 71-2002）中关于“剂量限值”的要求。

3.5 SPECT-CT 机房屏蔽措施评价

3.5.1 对标分析（CT 部分）

根据阜阳市肿瘤医院采购计划，SPECT-CT 拟选用带 CT 功能的设备，管电压不超过 150kV。机房四周墙体均为 370mm 实心砖墙防护，顶板和地板均为 200mm 钢筋混凝土结构，机房防护门和观察窗均按照 4mm 铅当量要求进行招标采购。其机房屏蔽措施达标分析见表 11-16。

表 11-16 SPECT-CT 机房屏蔽措施达标分析

屏蔽结构	SPECT-CT 机房屏蔽材料及厚度	标准要求	达标分析
四周墙体	370mm 实心砖墙（相当于 3.0mm 铅当量）	一般工作量：2.0mm 铅当量； 较大工作量：2.5mm 铅当量。	达标
地板	200mm 钢筋混凝土（密度不小于 2.35g/cm ³ ）（相当于 2.5mm 铅当量）		达标
顶板	200mm 钢筋混凝土（密度不小于 2.35g/cm ³ ）（相当于 2.5mm 铅当量）		达标
防护门	4mm 铅当量		达标
观察窗	4mm 铅当量		达标
面积和单边长度	面积：44.7m ² ；最小单边长度：6.05m	最小使用面积：30m ² ；最小单边长度：4.5m	达标

从机房达标分析可知，阜阳肿瘤医院 SPECT-CT 机房拟采取的屏蔽措施、机房面积及最小单边长度均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）的要求。在投入使用前，医院还应在控制室适当位置张贴岗位职责和操作规程，防护门外应张贴电离辐射警示志，并设置醒目的工作状态指示灯。机房防护门和工作指示灯设置有效的联动，机房内设置机械排风系统。

3.5.2 机房周围辐射剂量预测

根据公式（7）及上述相关参数可得 SPECT-CT 扫描显像时机房周围辐射剂量率，预测参数及结果见表 11-17。

表 11-17 SPECT-CT 机房周围辐射剂量率预测参数及结果

预测点位	A (MBq)	R (m)	Γ (mSv·h ⁻¹ ·MBq ⁻¹)	d (mm)	D (mm)	H ₀ (μSv/h)	
SPECT-CT 机房	东侧	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	370mm 实心砖 墙(等效 260mm 混凝土)	10	1.76×10 ⁻²⁶
	南侧	9.25×10 ²	4.0	2.07×10 ⁻⁵		10	1.20×10 ⁻²⁶
	西侧	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵		10	1.76×10 ⁻²⁶
	防护门外	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	4mmPb	1	1.76×10 ⁻⁴
	观察窗外	9.25×10 ²	3.3	2.07×10 ⁻⁵	4mmPb	1	1.76×10 ⁻⁴
	北侧	9.25×10 ²	4.0	2.07×10 ⁻⁵	370mm 实心砖 墙(等效 260mm 混凝土)	10	1.20×10 ⁻²⁶
	楼上	9.25×10 ²	3.5	2.07×10 ⁻⁵	200mm 混凝土	10	1.56×10 ⁻²⁰
	楼下	9.25×10 ²	2.4	2.07×10 ⁻⁵	200mm 混凝土	10	3.32×10 ⁻²⁰

注：SPECT-CT 装置中的 CT 最大管电压为 150kV，参考《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ180-2006)有关 CT 机房墙壁厚度在较大工作量时应达到 20cm 混凝土或 37cm 砖或 2.5mm 铅当量的要求，SPECT-CT 扫描室的防护门和观察窗为 4mm 铅当量，可以将 SPECT-CT 机房外空气比释动能率降至较合理水平。

由表 11-16 可知，医院 ECT 工作场所正常运行情况下，SPECT-CT 机房周边辐射剂量率满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ 130-2013)的要求，即“CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

4、产业政策符合性分析

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，根据医院建设规划，拟新建 9 号楼（五层平顶结构），建筑面积 1600m^2 ，并将在拟建场所设置 1 台后装机（配套使用 ^{192}Ir 放射源 1 枚）、 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT。该项目已获得阜阳市颍东区发展和改革委员会立项的函（详见附件二）。

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的“三十七、卫生健康 5、医疗卫生服务建设”项目，符合国家产业政策。

5、实践正当性分析

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目符合所在地区医疗服务需要。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践正当性”的要求。

6、选址合理性分析

本项目涉及的后装机房东侧和南侧为院区空地，西侧为控制室，北侧为患者洗浴和候诊区，楼上为注射后候诊室及留观室，楼下为土壤层，ECT 工作场所东侧和南侧为户外悬空，西侧为 3 号楼二层神经内科病房，北侧为候梯厅，楼上为病房，楼下为后装机房及相关辅助用房。

后装机房和 ECT 工作场所位于新建的 9 号楼内，相对位置较为独立。同时为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，均加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值 0.25mSv 的要求。

ECT 工作场所控制区和监督区划分清晰，患者与医务人员通道分开设置，患者与医务人员能做到完全分离。ECT 工作场所控布局基本合理。

7、代价利益分析

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目符合所在地区医疗服务需要，有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，各机房均加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目周围公众年所受附加剂量能满足项目管理限值 0.25mSv 的要求。

因此，从代价利益分析看，该项目是正当可行的。

事故影响分析：

由工程分析可知：该项目可能产生的事故情况多样，但最值得关注是 ECT 工作场所操作人员由于操作不慎打翻放射性药物，从而导致操作台面、地面或仪器设备受到放射性沾污，并伴随着产生较多的放射性废水和废物，以及后装机治疗过程中发生放射源不能回到贮存位事故影响。

1、ECT 工作场所事故分析

当出现药物打翻的情况时，操作人员会立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理，通过采取上述方式处理后放射性核素绝大部分进入固体废物，约 90%，剩余仅约 10%则在最终清洗过程中进入废水，每次清污产生的废水量约 250L。即：事故状态下放射性废水中的放射性核素浓度小于正常情况产生的放射性废水，但因废水量较大，将减少事故前产生的放射性废水储存衰变时间。

事故状态下放射性废水最短储存衰变时间为 $(67.5-0.25) / 0.648 = 103.8$ 天。即在事故状态下，放射性废水最短储存衰变时间也能确保 ECT 工作场所放射性废水在衰变池的储存衰变远超过主要核素 ^{99m}Tc (6h) 10 个半衰期。

事故状态下产生的放射性固体废物，其处理方式与正常工况相同，在放射性废物间内贮存 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置，不会造成二次污染。

2、后装机事故分析

后装机如果发生治疗过程中放射源不能回到贮存位的事故，医生应及时通知治疗室内的病人迅速离开治疗现场，如果病人无法自行撤离，医生应迅速打开防护门，在最短时间内协助病人离开治疗室。在将病人救出治疗室后，封闭治疗室，并及时联系生产厂家，由生产厂家委派技术人员前往处理，到达现场后应及时制定详细的故障排

除方案，本着剂量分担原则，专业技术人员在治疗机附近的工作时间不宜过长，进入现场应佩戴防护用品及个人剂量片，防护重点在头部及性腺部位。故障排除后，应对参加现场故障排除的工作人员进行剂量评估。

对于违反操作规程、设备失效、管理不善等原因造成的事故情况，医院应完善制度、加强管理和教育培训，使射线装置始终处于监控状态，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发【2006】145号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

阜阳市肿瘤医院已建立以院领导为第一责任人的辐射防护与安全管理领导小组构架，并正在着手拟定辐射事故应急预案等各项辐射安全管理制度，能确保事故情况下的影响处于可控范围内。

表 12 辐射安全管理

阜阳市肿瘤医院建立以院领导为组长的辐射安全和放射防护管理领导小组，制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性同位素使用登记表》、《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》等规章制度。在该项目正式投入使用前，辐射安全和放射防护管理领导小组须牵头对辐射安全与防护相关管理制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。因此，该环评报告按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的要求提出以下建议：

1、关于辐射安全与环境保护管理机构

阜阳市肿瘤医院应根据本项目核技术应用情况，及时对辐射安全与环境保护管理领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射安全与环境保护管理领导小组的人员组成涵盖本项目核技术应用所涉及的相关部门和科室，并根据管理需要明确领导小组职责。辐射安全和防护负责人须学习辐射安全与防护知识并通过考核。

2、关于监测计划和监测仪器

阜阳市肿瘤医院应制定完善的监测方案，明确监测点位、监测项目和频次，并购置相应的监测仪器（已配置 1 台 AT1121 型 X、 γ 剂量率仪，1 台 CoMo170 型 α 、 β 表面污染仪、1 台 RM905a 型放射性活度计、1 台辐射防护监测仪（探测光子能量下限低于 20keV）、还需配置 1 固定式辐射剂量监测仪），其能量响应范围应满足医院核技术应用项目监测需要，并按监测方案对核技术应用场所及周围辐射水平进行监测，同时做好记录分析工作。评价单位建议的医院本项目日常自查监测计划详见表 12-1。

表 12-1 日常监测计划

监测场所		监测项目	评价指标	监测频次
后装机机房	机房内和后装机表面；控制室、防护门和屏蔽墙外	X-γ剂量率	参考验收监测结果，不应明显升高	每季度 1 次 现异常时适当增加监测频次
ECT 工作场所	分装注射室、注射后候诊室、控制室和留观室等	X-γ剂量率	参考验收监测结果，不应明显升高	每季度 1 次，发现异常时适当增加监测频次
	工作台、设备和墙壁、地面	表面沾污	满足 GB18871-2002 附录 B2 要求	每次操作使用放射性物质结束后

还应委托具有相应资质能力的单位对辐射工作人员的个人剂量进行监测，并做好个人剂量档案管理工作。对于个人剂量异常情况应做到自查自纠，及时采取补救措施，自查自纠结果当事人、相关管理人员应签字、医院盖章后存档，对于个人剂量超标的情况医院还应立即向环保主管部门报告。每年医院应委托具有相应资质能力的单位对辐射工作场所及周边环境开展年度监测。

3、关于辐射安全与防护考核

阜阳市肿瘤医院应制定完善的辐射安全与防护学习计划，并按计划组织本项目拟配置的 8 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上学习并考核合格，考核不合格的不得继续从事辐射相关工作。

4、关于职业健康体检

阜阳市肿瘤医院应制定完善的职业健康体检计划，明确体检对象、周期和指标，并按计划组织本项目拟配置的 8 名辐射工作人员开展岗前、岗中（每 2 年安排一次再体检）和退岗职业健康体检，对于体检结果出现异常的，不得安排从事辐射相关工作。

5、关于年度安全状况评估

阜阳市肿瘤医院应在每年 1 月 31 日前编制上一年度评估报告并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。年度评估报告应当包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

6、关于操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫等制度

阜阳市肿瘤医院应根据医院核技术应用情况，制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性同位素使用登记表》、《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》等规章制度。并应在日后的工作实践中根据遇到的实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2019 修正版（国家环境保护部第 7 号令）的要求及时进行更新完善，提高制度可操作性，做到所有辐射相关工作都有章可循，有制度保障。

表 13 三同时验收

“三同时”验收一览表：

针对阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目，提出以下“三同时”验收一览表，具体详见表 13-1。

表 13-1 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施 ECT 工作场所	清污： 放射性核素操作过程中如果出现药品泼洒在地板或操作台可其他物体表面，立即进行标记，并用吸水纸吸取、棉纱擦拭、清洗等处理清洁方式处理。	表面沾污满足 GB18871-2002 附录 B2 要求
	废水： 放射性废水单独收集，经衰变池处理后排入医院污水处理站。医院拟在 9 号楼南侧设置 1 座地埋式的衰变池，衰变池为四级衰变池（衰变池设计图纸详见附图十二），为钢筋混凝土结构，总容积为 67.5m ³ 。	满足《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）放射性废水存放 10 个半衰期的要求
	废气： 分装注射室设置一个防护为 20mmPb 的通风柜，淋洗、分装和测试操作均在通风柜内进行，通风柜设有独立通风管道，引至 9 号楼楼顶排放，放射工作场所采用统一的机械排风系统，排风管道气流方向从低活度区到高活度区排至该建筑物屋脊上方。上述排风管道内均设置活性炭过滤措施，活性炭定期更换。	减少放射性废气对工作人员的影响
	固废： ⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc 发生器一般使用一周后、因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方，其他放射性废物则储存 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。	不会产生二次污染
	屏蔽措施： SPECT-CT 机房四周墙体采用 370mm 实心砖墙（密度不小于 1.65g/cm ³ ）防护。除此之外，ECT 工作场所其他相关工作场所均采用 240mm 实心砖墙防护，ECT 工作场所顶板和地板均采用 200mm 的混凝土楼板（后装机机房顶部所在区域为 650mm 混凝土）。 SPECT-CT 机房防护门和观察窗均为 4mm 铅当量，分装注射室、心肌运动负荷室（抢救室）、注射后候诊室、留观室防护门均为 3mm 铅当量。分装注射室内通风柜防护当量为 20mmPb，放射性药物注射有专用防护针筒，用于 ^{99m} Tc 注射的针筒防护铅当量为 2mmPb。	瞬时剂量率不超过 2.5μSv/h 辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv
防护措施 后装机	屏蔽措施： 机房采用密度为 2.35g/cm ³ 混凝土浇筑。北侧为迷道，迷道内墙厚为 0.5m，迷道外墙厚为 0.6m；东侧墙厚均为 0.6m；南侧和西侧墙厚均为 0.65m；顶棚厚为 0.65m。防护门铅当量为 5mm。	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv

		通风： 后装机机房通风管道均以 45°斜穿过屏蔽墙（未破坏机房的屏蔽性能），医院拟在后装机机房吊顶内安装 1 台 FV-38CAD8C 型的管道式换气扇为后装机房送风，送风量为 600m ³ /h；拟在 9 号楼楼顶设置 1 台低噪音轴流风机为后装机房排风，排风量为 720m ³ /h。	每小时通风换气 不小于 4 次/h 周边敏感目标 及医院东、西边 界达到 2 类标 准要求
安全措施		后装机机房设置门机联锁装置	按要求设置
		机房外均张贴警示标志、安装工作指示灯 放射性废物桶张贴电离辐射标志	按要求设置
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适张贴上墙	按要求张贴
个人防护		辐射工作人员均应学习辐射安全与防护知识并通过考核后再上岗	辐射工作人员均 取得考核合格证
		配置 1 台 AT1121 型 X、 γ 剂量率仪，1 台 CoMo170 型 α 、 β 表面 污染仪、1 台 RM905a 型放射性活度计、1 台辐射防护监测仪（探 测光子能量下限低于 20keV）、1 台固定式辐射剂量监测仪	按要求送检，并 确保运行正常
		辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测	按要求佩戴/送检
		配置铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅屏风等防 护用品	按要求配置/佩戴
管理措施	管理机构	建立以院领导为组长的辐射安全和放射防护管理领导小组，辐射 安全负责人应取得辐射安全与防护考核合格证	辐射安全负责人 取得考核合格证
	管理制度	制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐 射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员 培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理 制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性同位素使用登记表》、 《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学 科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核 医学科仪器管理操作保养和维修制度》等规章制度。	根据要求制定

以上措施应在项目投入使用前落实到位。

该项目总投资 1960 万元主要用于设备采购，场所建设以及屏蔽防护和防护用品采购等，其中安排用于环境保护方面的投资约 60 万元，占项目总投资的 3.06%。该项目具体环保投资估算详见表 13-2。

表 13-2 环保投资估算一览表

序号	环保措施	环保投资（万元）
1	防护门及门机联锁系统	16
2	观察窗、注射窗、铅屏风、通风柜	10
3	工作指示灯及警示标志	2
4	送排风系统	5
5	衰变池建设	5

	监测仪器	2
6	环境影响评价及竣工环保验收	20
合计		60

表 14 结论与建议

结论：**1、产业政策符合性**

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，更好地服务于临床，满足病人日益增长的医疗需求，根据医院建设规划，拟新建 9 号楼（五层平顶结构），建筑面积 1600m²，并将在拟建场所设置 1 台后装机（配套使用 ¹⁹²Ir 放射源 1 枚）、⁹⁹Mo-^{99m}Tc 显像诊断——配套购置 1 台 SPECT-CT。该项目已获得阜阳市颍东区发展和改革委员会立项的函（详见附件二）。

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，该项目属于国家鼓励类的“三十七、卫生健康 5、医疗卫生服务建设”项目，符合国家产业政策。

2、实践正当性

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目符合所在地区医疗服务需要。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

3、从事辐射活动技术能力评价

阜阳市肿瘤医院建立以院领导为组长的辐射安全和放射防护管理领导小组，制定了《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护管理制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射环境监测方案》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性同位素使用登记表》、《射线装置检修维护制度》、《核医学科工作制度》、《核医学科安全管理制度》、《放射性核素订购领取保管使用制度》、《核医学科仪器管理操作保养和维修制度》等规章制度。

4、环境现状评价

监测结果表明：该项目应用场所及周边环境辐射环境现状本底在 110~113nSv/h 范围内，与安徽省全省辐射环境现状水平（60~130nGy/h）基本保持一致，辐射水平未见明显异常。

由监测结果可知，医院东、西侧边界外昼间噪声在 55~56dB(A)范围内，夜间噪声在 44~45dB(A)范围内，满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类声环境功

能区标准。

评价范围内敏感点昼间噪声在 52~54dB(A)范围内，夜间噪声在 42~43dB(A)范围内，满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类声环境功能区标准。

5、非辐射环境影响评价

5.1 大气环境影响分析

本项目在后装机机房吊顶内和 9 号楼楼顶分别设置了 1 台管道式换气扇和 1 台低噪音轴流风机未机房进行送排风，排风机排风量为 720m³/h。后装机机房体积为 136m³，能确保满足《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）中关于通风换气次数的要求（机房通风换气次数应不小于 4 次/h）。

5.2 声环境影响分析

由于该项目夜间不运行，因此不会改变区域夜间声环境现状，对区域夜间声环境无影响。由预测结果可知，该项目投入运行后，医院四周边界及噪声敏感点处的噪声值无变化，因此，本项目运行后，对周边声环境基本无影响。

5.3 废水和固废处理措施依托可行性

根据医院提供的资料，医院现有污水处理站处理规模为 800m³/d，现污水日处理量约为 500m³/d，根据污染源项分析，本项目运行后，日均产生放射性废水量为 18.683m³/d，现有污水处理站能满足本项目 ECT 工作场所产生的废水量，同时，本项目产生的放射性废水经衰变池处理后，废水水质与普通医疗废水基本相同，污水水质满足现有污水处理站的进水水质要求。因此本项目产生的废水（放射性废水经衰变池处理后）接入院区污水处理站是可行的。

阜阳市肿瘤医院按照有关规定每日对产生的各种医疗废物进行规范处理（毁形、消毒等），已在院区内设置一座医疗废物暂存间暂存（120m²），分类包装、存放，防止所盛装的废物泄露（渗漏）至包装物外，安排专人每日将各科室所产生的医疗废物集中到所设置的医废暂存区，并按类别投入周转箱内，由有资质的医疗废物处置单位（阜阳市利康医疗废物处置有限公司）提供运输车辆，按照医院确定的内部医疗废物运送时间、路线每日收运并无害化处置。

医院内部各处设置生活垃圾分类收集桶，每日收集后由环卫部门统一清运送垃圾填埋场填埋处理。

本项目新增医疗废物（放射性废物储存衰变达标后）及生活垃圾依托现有收储

运系统是完全可行的。

6、辐射环境影响评价

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目采取的辐射安全和防护措施适当,能满足标准的屏蔽防护要求。

后装机: 由预测结果可知,在医院预测的工作负荷情况且在正常工作状态下,后装机机房的屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。

ECT 工作场所: 从 ECT 工作场所屏蔽设计符合性分析可知,ECT 工作场所各屏蔽设计能确保辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.25mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。

7、代价利益分析

阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目符合所在地区医疗服务需要,有利于提高疾病的诊断正确率和有效治疗方案的提出,能有效减少患者疼痛和对患者损伤,总体上大大节省了医疗费用,争取了宝贵的治疗时间,该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众,各机房均加强了防护,从剂量预测结果可知,该项目周围公众年所受附加剂量能满足项目管理限值 0.25mSv 的要求。

因此,从代价利益分析看,该项目是正当可行的。

综上所述,阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目符合实践正当性原则,其他采取的辐射安全和防护措施适当,辐射工作人员及周围公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求,在认真落实环评提出的要求,进一步完善辐射安全与环境保护管理机构和各项制度的前提下,从辐射安全和环境影响的角度而言,阜阳市肿瘤医院新建 ECT 及后装机房项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺:

1) 该项目运行中,应严格遵循操作规程,加强对操作人员的培训,杜绝麻痹大意思想,以避免意外事故造成对公众和辐射工作人员的附加影响,使对环境的影响降

低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行, 严格按国家有关规定要求进行操作, 确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测, 对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患, 把辐射影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”。

4) 尽早准备申请辐射安全许可证材料, 待该环评报告审批后, 及时申请辐射安全许可证, 未取得辐射安全许可证相关设备不得投入使用。

5) 项目投入使用前三个月内完成竣工环境保护验收手续。

表 15 审批

下一级环保部门预审意见：	
	公 章
经办人	年 月 日
审批意见：	
	公 章
经办人	年 月 日