

核技术利用建设项目
聊城市人民医院
核医学工作场所改扩建项目
环境影响报告表

聊城市人民医院

2026年7月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
聊城市人民医院
核医学工作场所改扩建项目
环境影响报告表

建设单位名称：聊城市人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省聊城市东昌西路67号

邮政编码：252000

联系人：张*青

电子邮箱：zh****dq@163.com

联系电话：150****8480

编制单位和编制人员情况表

项目编号	01m786		
建设项目名称	聊城市人民医院核医学工作场所改扩建项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	聊城市人民医院		
统一社会信用代码	1237150049502066XG		
法定代表人（签章）	张*		
主要负责人（签字）	姜*坤		
直接负责的主管人员（签字）	张*青		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山东杰创安全检测有限公司		
统一社会信用代码	91370102084009992K		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
石小倩	03520240537000000011	BH000792	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
石小倩	报告表全文	BH000792	

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（重点是放射性废弃物）	14
表6 评价依据	15
表7 保护目标与评价标准	17
表8 环境质量和辐射现状	23
表9 项目工程分析与源项	27
表10 辐射安全和防护	35
表11 环境影响分析	47
表12 辐射安全管理	63
表13 结论与建议	69
表14 审批	73

表1 项目基本情况

建设项目名称		聊城市人民医院核医学工作场所改扩建项目			
建设单位		聊城市人民医院			
法人代表	张伟	联系人	张栋青	联系电话	15065528480
注册地址		山东省聊城市东昌西路67号			
项目建设地点		聊城市人民医院西区医疗保健中心一楼核医学科			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	810	项目环保投资 (万元)	75	投资比例 (环保投资/总投资)	9.26%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类 (医疗使用) ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备PET用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☐ II类 ☒ III类		
	其他	/			
	1 项目概述 1.1 医院简介 聊城市人民医院坐落于聊城市东昌西路67号，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健于一体的三级甲等综合医院。是山东省首批省级区域医疗中心，国家住院医师规范化培训基地及专科医师培训基地，国家临床药师培训基地，国家药物临床试验机构，国家首批干细胞临床研究机构，国家博士后科研工作站。建筑总面积40万余平方米，职工总数为6000余人，其中，高级专业技术人员2356人，博士、硕士1994人。设有79个临床医技科室，125				

个护理单元，编制床位3200张。有PET-CT、3.0T磁共振、256排螺旋CT、激光共聚焦显微镜、电子扫描显微镜、DSA、直线加速器、高通量基因测序仪、达芬奇机器人等万元以上医、教、研设备。年均诊疗300余万人次，2021年门急诊336.4万人次，出院患者14.32万人次。医院有1个国家中医药管理局重点学科中医儿科学和1个国家中医药管理局重点专科中医肛肠科，麻醉科是“国家临床重点专科建设单位”，有山东省临床重点学科26个、山东省临床精品特色专科6个、山东省医药卫生重点学科3个、山东省中医药重点专科2个。干细胞与再生医学转化实验室获批“山东省首批医药卫生重点实验室”。现有4所国际合作研究中心，5个国内联合实验室；4个山东省重点实验室、22个市级重点实验室，1个生物样本库，1个科技信息服务部。

医院地理位置见附图1。医院影像图见附图2，医院总平面布置图见附图3。

1.2 现有核技术利用项目概况

1.核技术利用现状情况及履行环保审批情况

医院现持有《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[15040]，准予使用Ⅲ类、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，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2027年2月23日。

医院现有核技术利用项目环评及验收汇总情况见表1-1。现有辐射安全许可证中许可的项目见表1-2、表1-3、表1-4。

表1-1 辐射项目环评及验收汇总情况一览表

序号	项目	主要建设内容	使用状态	环评批复	验收情况	备注
1	乙级非密封放射性物质工作场所(SPECT/CT)应用项目	东区肿瘤综合治疗楼一层南侧新建核医学工作场所一处,利用核素 ^{99m} Tc开展临床医学诊断。	使用	聊环辐表审[2021]14号	已完成自主验收	—
2	陀螺刀、核医学、DSA及Ⅱ类射线装置项目	放疗楼一层东部新增加1台陀螺旋转式 ⁶⁰ Co放射外科治疗机,使用1枚 ⁶⁰ Co放射源;核医学科扩大使用规模;扩建DSA项目;扩建Ⅲ类射线装置项目。	使用	鲁环辐表审(2011)91号	鲁环验[2014]154号	—

3	ECT、核素治疗、直线加速器、X射线装置项目核技术应用项目	1台医用直线加速器,属II类射线装置。 X射线机应用项目,涉及模拟定位机、CR、数字胃肠机、透视机、曲面断层、口腔全景、CT机、64排CT机、C型臂、拍片机、X光机和牙片机等X射线机17台套。 ECT及核素治疗项目,为乙级工作场所。	使用	鲁环辐表审 [2007]131号	鲁环验 [2014]154号	本项目SPECT/CT机房及其控制室依托此项目ECT及核素治疗项目,两座数字胃肠机房不再使用,改为本项目配套用房
4	PET-CT、回旋加速器应用项目	使用1台PET-CT进行医学诊断,配备1台医用回旋加速器	使用	鲁环辐表审 [2013]060号	聊环辐验 (2016)14号	—
5	Ge-68放射源项目	西区保健中心一层ECT室PET/CT机房内使用2枚Ge-68放射源	使用	鲁环辐登记表 [2013]3号		—
6	聊城市人民医院医用电子加速器辐射项目	新上1台医用电子加速器,电子能量为6MeV~15MeV,X射线能量为6MV、15MV,为II类射线装置。	使用	鲁环辐表审 [2008]214号	鲁环验 [2014]154号	—
7	聊城市人民医院后装机、医用电子加速器辐射项目	原有1台后装机(使用1枚活度为3.7x10Bq的Ir)改迁新址,同时新上1台医用电子直线加速器,电子能量为6MeV,X射线能量为6MV,为II类射线装置。	使用	鲁环辐表审 [2008]213号		—
8	聊城市人民医院医用电子直线加速器、DSA及I类射线装置应用项目	在医院东区放疗中心地下一层新建1座加速器机房,使用1台ClinacTrilogy型医用直线加速器,属II类射线装置;(2)在西区门诊楼3楼新建1座机房,使用1台ArtisZeeg0型DSA,用于介入治疗,属II类射线装置;(3)在西区门诊楼3楼保健中心使用1台ZiehmVisionFD型内镜专用C型臂,属III类射线装置	使用	鲁环辐表审 [2013]203号	鲁环验 [2017]45号	—
9	聊城市人民医院DSA应用项目	在医院东区妇产科病房楼与儿科病房楼连廊楼五楼新上1台Artist zec Celling型DSA,用于介入治疗,属II类射线装置	使用	聊环辐表审 [2016]7号	聊环辐验 [2017]11号	—
10	聊城市人民医院DSA装置应用项目	拟在西区保健中心楼3楼东北侧导管室内利用现有房间改造建设一座DSA介入手术室,拟购置一台Zurion 7M20型DSA装置,最大管电压125kV,最大管电流1000mA,用于开展导管介入手术,属II类射线装置	使用	聊环辐表审 [2021]1号	自主验收	—
11	聊城市人民医院脑科医院复合手术室DSA装置应用项目	拟在高压氧舱治疗康复中心1楼东北侧利用预留房间建设一座复合手术室,购置一台DSA装置(最大管电压125kV,最大管电流1000mA,型号为artispheno),用于开展导管介入手术,属使用II类射线装置	使用	聊环辐表审 [2022]18号	自主验收	—
12	聊城市人民医院脑科医	拟在高压氧舱病房楼1楼东侧利用现有房间改造建设一处DSA工作场所,	使用	聊环辐表审	自主验收	—

	院介入中心 DSA 装置应用项目	DSA 工作场所包括 DSA 介入手术室, 控制室及设备间各 1 间, 拟购置 1 台双管头 DSA 装置(最大管电压 125kV, 最大管电流 1000mA, 型号待定), 用于开展导管介入手术, 属使用 II 类射线装置。		[2022]19 号		
13	聊城市人民医院医疗保健中心二期 DSA 装置应用项目	拟在拟在医疗保健中心二期 1 楼西侧新建一座 DSA 手术室, 拟购置一台 DSA 装置(最大管电压 125kV, 最大管电流 1000mA, 型号未定, 单管头), 用于开展导管介入手术, 属使用 II 类射线装置	使用	聊环辐表审 [2023]14 号	自主验收	—
14	聊城市人民医院 DSA、后装机装置应用项目	西区医疗保健中心楼 3 楼利用现有房间改造建设 DSA 手术室 2 座, 2 台设备分别为 1 台利用医院现有设备迁建, 1 台新购, 属于使用 II 类射线装置; 在东区肿瘤综合治疗楼负 1 楼利用现有机房改造建设后装机治疗系统, 购置安装 1 台钷-192(192Ir)后装机, 内装 1 枚 192Ir 密封放射源	使用	聊环辐表审 [2025]2 号	自主验收	新购 DSA 备用, 未安装机器

表1-2 辐射安全许可证许可放射源情况

序号	核素	活度 (Bq) × 枚数	类别	工作场所	使用状态
1	¹⁹² Ir	$3.7 \times 10^{11} \times 1$	III 类	放疗中心(东区肿瘤综合治疗楼)	在用
2	⁹⁰ Sr	$1.48 \times 10^{12} \times 1$	V 类	Sr-90 敷贴治疗室(东区肿瘤综合治疗楼一楼)	在用
3	⁶⁸ Ge	$3.5 \times 10^6 \times 1$	V 类	核医学科 ECT 室(西区医疗保健中心一楼)	未购入, 暂无放射源
4	⁶⁸ Ge	$1.85 \times 10^7 \times 1$	V 类		在用

表1-3 辐射安全许可证许可射线装置情况

序号	装置	型号	台数	分类	工作场所	使用状态
1	X 射线计算机体层摄影设备	Spectral CT	1	III	西区 CT 室	在用
2	CT	Brilliance 64	1	III		非在用
3	CT	Revolution	1	III		在用
4	CT	NeuViz 128	1	III		在用
5	CT	Brilliance CT	1	III		在用
6	CT	Incisive CT Power	1	III		在用
7	口腔 X 光机	X-MIND unity	1	III	北院区放射科	非在用
8	移动 DR	DRX-Revolution	1	III	病区放射科	非在用
9	移动 DR	uDR370i	1	III		在用
10	移动 DR	DRX-Revolution	1	III		非在用
11	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i Pro	1	III		在用
12	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i Pro	1	III		在用
13	移动 DR	uDR370i	1	III		在用
14	移动 DR	DRX-Revolution	1	III		在用
15	CT	NeuViz Prime	1	III	东区 CT 室	在用
16	骨密度仪	Lunari DXA	1	III	东区放射科	非在用

17	双能 X 射线骨密度仪	LunariDXA	1	III		在用
18	数字胃肠机	ICONOSR200	1	III		在用
19	DR	DRX-EVOLUTION	1	III		在用
20	DR	DigitalDiagnost	1	III		在用
21	移动式 C 臂 X 光机	Ziehm8000	1	III	东区手术室	在用
22	DR	DR3500	1	III	二分院放射科	在用
23	CT	Emotion16	1	III	发热门诊 CT 室	非在用
24	医用直线加速器	ClinacTrilogy	1	II	放疗中心	在用
25	医用直线加速器	precise	1	II		非在用
26	医用直线加速器	AXESSE	1	II		在用
27	模拟定位机	Simulix-HQ	1	III		非在用
28	CT	DiscoveryCT 90RT	1	III		在用
29	ECT/CT	SYMBIAT2	1	III	核医学科	在用
30	PET/CT	DiscoveryElite	1	III	核医学科	在用
31	SPECT/CT	SymbiaIntevoBold	1	III	东区核医学科	在用
32	DR	uDR560i	1	III	放射科	在用
33	CT	NeuViz Epoch	1	III	急诊 CT 室	在用
34	DSA	NeuAngio43C	1	II	急诊 DSA 室	在用
35	DR	DRX-EVOLUTION plus	1	III	急诊放射科	在用
36	数字化透视摄影 X 射线机	LUMINOS Impulse 虎魄	1	III		在用
37	数字胃肠机	Luminos Select	1	III		非在用
38	DSA	Artis ZeeCelling	1	II	介入放射科	在用
39	DSA	Azurion7 M20	1	II		在用
40	DR	uDR560i	1	III	康复医院放射科	在用
41	CT	Emotion16	1	III		非在用
42	口腔 X 光机	PLANMECAINTRA T	1	III	口腔放射科	在用
43	口腔曲面断层 X 光机	OC200D	1	III		在用
44	口腔 X 射线机	ORTHOPHOS XG3D Ceph	1	III		在用
45	口腔 CBCT	NewTom5Gversion FP	1	III		在用
46	DR	uDR 592h	1	III	放射科	在用
47	DR	新东方 1000F1	1	III	门诊影像科	在用
48	CT	SOMATOM go.Fit	1	III		在用
49	DR	NeuVision 680	1	III	门诊影像科	在用
50	CT	SOMATOM go.Fit	1	III		在用
51	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Ss-X10010DPlus	1	III		在用
52	口腔数字化体层摄影及全景 X 射线机	RAYSCAa-SM3D	1	III	影像科	在用
53	DR	MULTIXImpact	1	III		在用
54	CT	SOMATOM go.Top	1	III		在用
55	移动 CT	MCT-1	1	III	急诊科移动 CT 车	在用
56	DSA	Azurion7B20	1	II	介入中心	在用
57	DSA	AlluraXperFD20	1	II		非在用
58	DSA	ARTISpheno	1	II		在用

59	移动 C 形臂 X 光机	Ziehm8000	1	III	手术室	在用
60	移动 C 形臂 X 光机	BVlibra	1	III		在用
61	移动 CT	CereTom	1	III		在用
62	CT	uCT 960+	1	III	影像科	在用
63	CT	uCT 528	1	III		在用
64	CT	SOMATOM Definition AS128	1	III		在用
65	口腔曲面断层 X 光机	KODAK9000C	1	III		非在用
66	DR	DRX-EVOLUTION plus	1	III		在用
67	X 射线血液辐照仪	RS 3400	1	III	输血科	在用
68	体外碎石机	DornierCompactDelt a II	1	III	体外碎石室	在用
69	乳腺 X 射线系统	Senographe PristinaHygeia	1	III	西区放射科	在用
70	乳腺 X 光机	SeleniadiimensionS	1	III		在用
71	医用诊断 X 射线透视摄影系统	DX8880	1	III		在用
72	DR	DigitalDiagnost	1	III		在用
73	DR	AristosFX plus	1	III		非在用
74	X 射线摄影透视系统	LuminosdRF Max	1	III		在用
75	数字胃肠机	ICONOS R200	1	III		在用
76	乳腺穿刺床	Multicare Platnium	1	III		非在用
77	移动 G 形臂	Biplanar500E	1	III	西区手术室	在用
78	DSA	Artist Zeego	1	II		在用
79	移动 C 形臂 X 光机	OEC EliteMini View	1	III		在用
80	移动 C 形臂 X 光机	VARIO3D	1	III		在用
81	移动 C 形臂 X 光机	Ziehmsolo FD	1	III		在用
82	移动 C 形臂 X 光机	CiosSelectDiamond	1	III		在用
83	DR	uDR 592h	1	III	放射科	在用
84	移动 C 形臂 X 光机	Cios Alpha	1	III	消化内镜室	在用
85	内镜专用 C 形臂	ZiehmVisionFD	1	III		非在用
86	DSA	AXIOMArtis dTA	1	II	心导管室	非在用
87	DSA	Azurion7M20	1	II		在用
88	DSA	AlluraXperFDI0C	1	II		在用

表1-4 辐射安全许可证许可的非密封放射性物质

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量	工作场所	场所等级	运行情况
1	^{99m} Tc	7.4×10^7	1.11×10^{12}	核医学科 ECT 室(西区医疗保健中心一楼)	乙级	在用
2	¹⁸ F	7.4×10^7	1.48×10^{12}	核医学科 PET 室(西区医疗保健中心一楼)	乙级	在用
3	¹³¹ I	2.96×10^9	2.22×10^{12}	核医学科病区(东区肿瘤综合楼二楼)	乙级	在用
4	¹²⁵ I (粒子源)	8.88×10^7	4.44×10^{11}			
5	¹¹ C	7.4×10^6	8.88×10^{10}			
6	¹³ N	3.7×10^6	4.44×10^{10}			
7	¹²⁵ I	5.2×10^6	6.24×10^8			
8	⁸⁹ Sr	5.92×10^7	1.48×10^{10}			

9	^{32}P	5.55×10^7	5.55×10^9			
10	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	3.33×10^7	5.55×10^{12}	核医学科东区 ECT 室 (东区肿瘤综合治疗楼 一楼南侧)	乙级	在用

综上所述，医院现有在用射线装置72台、放射源3枚、4处非密封放射性物质工作场所。

1.3 项目建设内容与规模

1、建设内容

聊城市人民医院位于山东省聊城市东昌府区东昌西路67号。随着医院的发展及当地医疗服务需求的增长，现医院拟完成核医学科场所后续改造并投入使用。同时因医疗技术的发展，现阶段配置使用的ECT/CT及相关放射性同位素已完全无法满足核医学科的使用需求，根据医院发展规划，拟配置1台SPECT/CT（型号为：NM/CT 860，最大管电压140kV，最大管电流100mA），拟使用的非密封型放射性核素为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。根据重新规划开展的诊疗内容，医院拟将西区医疗保健中心病房B区一层原核医学科场所进行改建，原核医学科场所主要包括PET/CT机房及其控制室、ECT/CT机房及其控制室、高活室、卫生间、候诊室、治疗室等功能用房，同时核医学科建设有卫生通过间、更衣室、医护卫生间、值班室等附属用房，其中患者通道、高活室及候诊室为PET/CT及ECT/CT共用。

本项目改建内容包括将现有核医学科场所内原ECT/CT机房及其控制室改建成SPECT/CT机房及其控制室，原数字胃肠机室、乳腺X光室及配套附属用房及乳腺诊察室等合并改造为卫生间、清洗间、注射后候诊室、负荷室、抢救室、储源室、留观室、放射性固废暂存间等，将原ECT/CT机房北侧患者防护门移至南侧，原共用区域不再使用，原有PET/CT机房及配套附属用房等区域保持不变。

本次建设主要涉及墙体和防护门的改动及注射窗的增加等，医院拟在尽量保留原有墙体的情况下，对整个数字胃肠机室、乳腺X光室、候诊室及配套附属用房等区域进行重新布局，并按照核医学场所辐射安全防护要求进行防护措施的施工，本次核技术利用项目工程内容尚未开工建设。本项目核医学科拆改区域主要为核医学科原数字胃肠机室、乳腺X光室及配套附属用房及乳腺诊察室等区域。核医学科改扩建前后平面图见图1-1、图1-2。

表1-5 核医学科改造前后对比一览表

序号	改造前功能	改造后功能
1	乳腺诊察室	留观室
2	乳腺X光室	注射后候诊室、卫生间、清洗间、负荷室
3	数字胃肠机室	放射性固废暂存间、抢救室、分装质控室、注射窗
4	控制室	卫生通过间、储源室

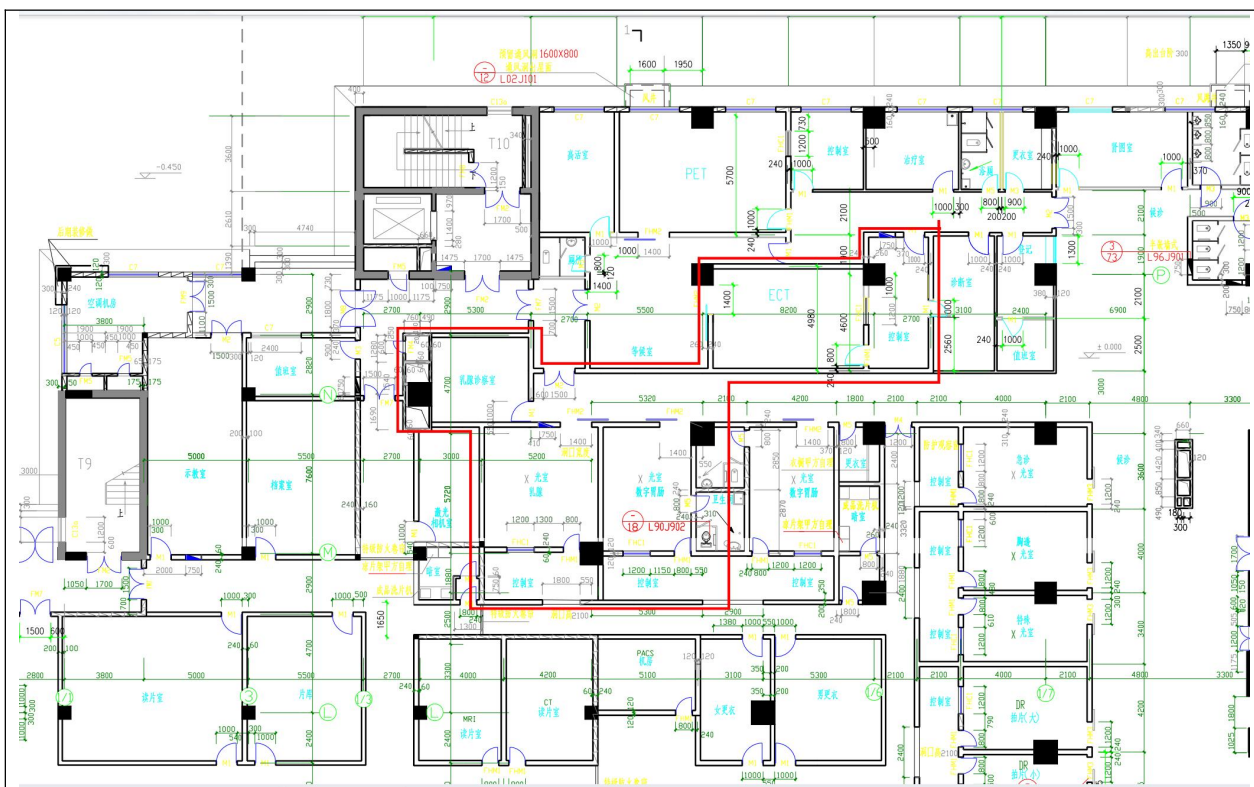


图1-1 改造前核医学科平面布置图

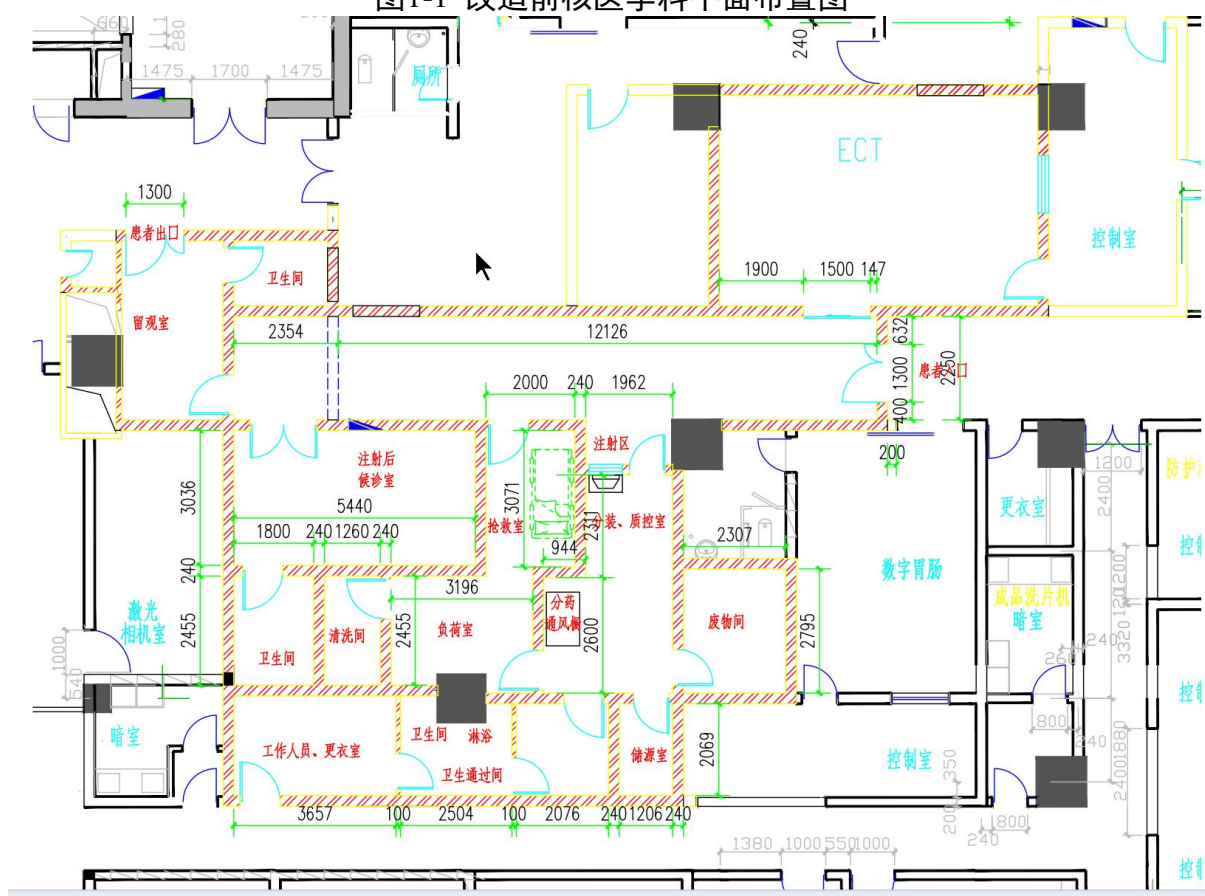


图1-2 改造后核医学科平面布置图

新增SPECT/CT显像：拟购置1台SPECT/CT（型号为：NM/CT 860，最大管电压140kV，

最大管电流100mA)到新建SPECT/CT机房,使用^{99m}Tc核素用于显像诊断。计划日最大诊断规模为40人,每人最大用量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi),则^{99m}Tc实际日最大操作量为 $2.96 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

医院核医学科已建和拟建内容及规模见表1-6。

表1-6 核医学科已建和拟建内容及规模一览表

所在位置	装置名称	辐射源项	型号	数量	用途	备注
西区医疗保健中心一楼核医学科	PET/CT诊断	非密封放射性物质: 使用 ¹⁸ F	/	/	显像诊断	原有
		射线装置: PET/CT (属Ⅲ类射线装置), (最大管电压140kV, 最大管电流800mA)	DiscoveryElite	1台		
	SPECT/CT诊断	非密封放射性物质: 使用 ^{99m} Tc	/	/	显像诊断	拟改建
		射线装置: SPECT/CT (属Ⅲ类射线装置), (最大管电压140kV, 最大管电流100mA)	NM/CT 860	1台		

2、核医学科工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录C提供的非密封源工作场所放射性核素日等效最大操作量计算方法,经计算本项目SPECT/CT诊断非密封放射性物质日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$,日等效最大操作量属于 $2 \times 10^7 \text{Bq} \sim 4 \times 10^9 \text{Bq}$ 的范围,因此,本项目SPECT/CT诊断属于乙级非密封放射性物质工作场所。

1.4 项目建设目的和任务的由来

为加强辐射环境管理,防止放射性污染和意外事故的发生,确保非密封放射性物质和射线装置的使用不对周围环境和公众产生不良影响,根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等的规定,本项目在实施前须进行环境影响评价。

本项目为使用Ⅲ类射线装置、使用V类放射源和乙级非密封放射性物质工作场所,根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)的规定,本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—乙级非密封放射性物质工作场所”,环评类别为编制环境影响报告表。

为此,聊城市人民医院医院委托山东杰创安全检测有限公司对该项目开展环境影响评价工作。接受委托后,在收集资料、现场调查、辐射环境现状检测以及理论分析等基础上,我单位编制完成了《聊城市人民医院核医学工作场所改扩建项目环境影响报告表》。为建设单位提出辐射防护的对策和建议,同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批

提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

2 选址合理性分析

聊城市人民医院位于聊城市东昌府区东昌西路67号，医院所在位置规划为医疗卫生用地。项目位于医院现有院区内，不涉及新增用地，因此用地符合相关规划要求。

根据医院提供的图纸及现场勘查，SPECT/CT机房位于聊城市人民医院西区医疗保健中心一楼核医学科，为独立建筑，选址符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）5.1款“放射治疗场所宜单独选址、集中建设”的要求。上方为检验科微生物室，下方为地下室、空调机房，东侧为X光数字肠胃室，南侧为读片室、更衣室，西侧为值班室、档案室、激光相机室等功能房间，北侧为PET/CT机房。SPECT/CT机房拟采取有效的辐射防护措施，对周围环境影响较小，本项目工作场所布局合理。

本项目SPECT/CT机房周围50m评价范围内无居民区、学校等环境保护目标，因此项目选址合理。

3 产业政策符合性

本项目属《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“第一类 鼓励类、第十三项“医药”中第4条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备**，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，符合国家现行产业政策。

4 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断和治疗的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显。因此，该项目的实践是必要的。

运营医院在核技术利用项目运行过程中，对非密封放射性物质、放射源和射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对放射性核素和射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。同时结合下文分析，在采取相应辐射安全防护措施的情况

下，运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

5 “三线一单”符合性

（1）生态保护红线符合性分析

根据《聊城市国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目所在地不在山东省生态保护红线区内，评价范围内也不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线符合性

根据本次电磁环境现状监测结果，项目拟建区域及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率处于聊城市环境天然辐射水平范围内。根据本次环评结论，本项目建成投运后项目周围的辐射水平及人员受照剂量均满足相应标准要求，对周围环境质量影响较小。因此本项目建成投运后不会对区域环境质量造成明显影响，满足区域环境质量改善目标管理要求，符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线符合性

项目运营过程中消耗一定量的电源、水资源，均属于清洁能源，项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，且不使用高能耗设备，不消耗煤、石油、生物质等高污染能源。因此符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单。

经查《市场准入负面清单（2022年版）》，本项目不在其禁止准入类和限值准入类中。根据聊城市生态环境保护委员会办公室《关于印发<聊城市生态环境分区管控方案（2024年动态更新版）>的通知》（聊环委办〔2026〕4号），项目符合《聊城市生态环境准入清单》要求，不属于《聊城市环境空间布局约束行业准入清单》中行业。

项目位于聊城市东昌府区新区街道管控单元管控单元管控单元（编码ZH37150220005），属于重点管控单元，本项目为医院核技术利用项目，符合国家产业政策及城市规划要求，不属于高污染高耗能项目，各污染物均得到合理处置，本项目不在该区域生态保护红线内，本项目符合生态环境准入要求。

综上所述，本项目建设符合聊城市生态环境分区管控的相关要求。

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
/	无	/	/	/	/	/	/	/

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

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	^{99m} Tc	液态/低毒 半衰期6.02h	使用	2.96×10 ¹⁰	2.96×10 ⁷	3.7×10 ¹²	SPECT/CT 显像诊断	很简单操作	西区医疗保健中心一楼核医学科	医院根据实际使用量向有资质单位购买,购买后的放射性药物连同铅罐包装放置于核医学科储源室,设双人双锁管理。

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
/	无	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	装置名称	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类	1	NM/CT 860	140	100	显像诊断	西区医疗保健中心一楼核 医学科SPECT/CT机房	/

（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	
/	无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放量	年排放总量	排放口 浓度	暂存情况	最终去向
核医学科放射性废水	液态	^{99m}Tc	/	/	75m^3	总 $\alpha\leq 1\text{Bq/L}$ 、 总 $\beta\leq 10\text{Bq/L}$	暂存于3个并联衰变池中，每个衰变池有效容积 12.5m^3 ，总容积为 37.5m^3	衰变池暂存超过30天，满足HJ1188-2021及其相关条款的复函要求后，排入医院下水官网。
核医学科放射性固废	固态	^{99m}Tc	/	/	/	$\leq 1\times 10^2\text{Bq/g}$ 辐射剂量率处于本底水平， β 表面污染 $\leq 0.8\text{Bq/m}^2$	产生的固体放射性废物收集于铅桶内专用塑料包装袋，塑料包装袋应密封、不破漏，及时转运，暂存于放射性固废暂存间内，不同类别废物应分开存放	放射性固废（含 ^{99m}Tc ）衰变超过30天，符合HJ1188-2021的暂存条件后作为医疗废物（废活性炭为危险废物）委托有资质单位处置。
		废活性炭	/	/	20kg	辐射剂量率处于本底水平， β 表面污染 $\leq 0.8\text{Bq/m}^2$		
核医学科放射性废气	气态	^{99m}Tc	/	/	/	/	/	专用排风管道送至屋顶，由活性炭净化过滤装置处理后排放

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	1.《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2015.1） 2.《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第24号，2018.12.29） 3.《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第6号，2003.10） 4.《中华人民共和国生态环境法典》（中华人民共和国主席令第70号，2026年8月15日起施行，施行后将替代《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》《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律） 5.《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第43号公布，2020.4修订，2020.9施行） 6.《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017.7.16） 7.《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2005.12.1施行，2014.7第一次修订，2019.3第二次修订） 8.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011.5） 9.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第31号，2006.3.1施行，2008.12.6第一次修改，2017.12.20第二次修改，2019.8.22第三次修改，2021.1.8第四次修改） 10.《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017.12） 11.《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》（环境保护部 工业和信息化部 国家国防科技工业局 公告2017年第65号，2017.12） 12.《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021年1月） 13.《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，2019.11.1施行； 14.《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）》，2021.6.10实施； 15.《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，2020.1.1实施； 16.《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，2021.3.15实施； 17.《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145号，2006.9.26施行； 18.《山东省辐射污染防治条例》（山东省人大常委会公告第37号，2014.5.1）
------	---

	19.《山东省环境保护条例（2018年修订）》（山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议，2019.1）
技术标准	1.《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016） 2.《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） 3.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 4.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 5.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 6.《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021） 7.《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020） 8.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） 9.《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020） 10.《放射性废物管理规定》（GB14500-2002） 11.《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010） 12.《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005） 13.《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021） 14.《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020） 15.《医用电气设备第1-3部分:基本安全和基本性能的通用要求并列标准:诊断X射线设备的辐射防护》(GB9706.103-2020)
其他	1.项目环境影响评价委托书 2.医院提供的施工图纸、屏蔽防护方案、人员资质、放射防护管理制度以及医院辐射安全许可证等文件 3.设备厂家、设计单位提供的设备参数、防护设计方案及其他文件 4.《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编） 5.《辐射防护手册》（第三分册—辐射安全）（李德平、潘自强主编） 6.《辐射防护手册 第五分册 辐射危害与医学监督》 7.《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）和《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定要求：乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径50m的范围，结合本项目特点，本次辐射环境评价范围取核医学科SPECT/CT机房（包括衰变池）实体屏蔽物边界外延50m为评价范围，具体评价范围示意图详见附图2。

7.2 保护目标

本项目周围50m范围主要为医院内部建筑物、内部道路、绿化等，50m评价范围内无学校、居民区等环境敏感点。本项目辐射环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患和陪同家属等公众。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离工作场所较近、具有代表性的环境保护目标进行分析，具体见表7-1。

表7-1 本项目主要保护目标情况

保护目标	人数	区域	方位、距离	环境特征
辐射工作人员	13	本项目的辐射工作人员	/	/
公众成员	约500	场所周围经过的非本项目医护人员、其他就诊患者、慰问者及偶然经过的其他公众成员	工作场所周围0~50m范围内	/

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射、公众照射剂量限值与剂量约束值

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

GB18871-2002附录B中对“剂量限值”要求如下：

(1) 职业照射

- a. 连续5年的年平均有效剂量，20mSv；
- b. 任何一年中的有效剂量，50mSv。

(2) 公众照射

① 公众照射剂量限值

a.年有效剂量，1mSv；

b.特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

对职业人员、公众成员的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。根据《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）中11.4.3.2条款规定，剂量约束值通常应在照射剂量限值10%~30%的范围之内。

2. 《核医学辐射防护与安全要求》（GB1188-2021）

4.4.1 剂量限值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合GB 18871附录B中B1.1的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合GB 18871附录B中B1.2的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

第6.1.1款 按照GB18871的规定，对职业照射年有效剂量评价。

第6.1.2款 当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并做进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量5mSv，单周期的调查水平为5mSv/（年监测周期数）。

综上，本评价以 5.0mSv作为职业工作人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv作为公众成员的年管理剂量约束值。

7.3.2非密封源工作场所分级、分类

1. 《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)

附录C中对非密封源工作场所分级原则及计算方法规定如下：

(一)非密封源工作场所分级原则

表7-2 非密封源工作场所的分级

级 别	日等效最大操作量(Bq)
-----	--------------

甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

(二)放射性核素的日等效操作量的计算

日等效操作量=日操作量×核素毒性因子÷操作方式的修正因子

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量(Bq)与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式的修正因子所得的商。

2.《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

第 4.2 款规定：辐射工作场所分级。应按照GB18871 的规定，将辐射工作场所的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操量的大小分为甲级、乙级和丙级。核医学常用放射性核素的毒性与操作方式修正因子可参考附录A，核医学放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 7.3-2。

表7-3 核医学常用放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子	核素名称
高毒	1	^{90}Sr
中毒	0.1	^{22}Na 、 ^{32}P 、 ^{63}Ni 、 ^{67}Ga 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{99}Mo 、 ^{111}In 、 ^{125}I 、 ^{131}I 、 ^{153}Sm
低毒	0.01	^3H 、 ^{14}C 、 ^{11}CO 、 $^{11}\text{CO}_2$ 、 ^{14}CO 、 $^{14}\text{CO}_2$ 、 ^{18}F 、 ^{51}Cr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{111\text{m}}\text{In}$ 、 ^{123}I 、 ^{127}Xe 、 ^{133}Xe 、 ^{201}Tl

表7-4 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，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

7.3.3 表面放射性污染控制水平

1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

第6.2.3款规定：工作人员体表、内衣、工作服、以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循附录B（标准的附录B）B2 所规定的限值要求。

B2 表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如下表所示：

表7-5 工作场所的放射性表面污染控制水平（Bq/cm²）

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10^1
	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}
注： ¹⁾ 该区内的高污染子区除外。		

B2.2 款“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表1-1中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。”

7.3.4 辐射工作场所周围剂量率控制水平

1. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

第6.1.5款 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于10μSv/h。

第6.1.6款 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于25μSv/h。

第6.1.7款 固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h。

2. 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

第 5.3.1 款规定：核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5μSv/h，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周

周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

3. 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

第6.3.1款规定：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射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

综上所述，本次评价以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为工作场所控制区内部各房间外预测点及控制区外预测点处的剂量率目标控制值；以 $10\mu\text{Sv/h}$ 作为工作场所屏蔽墙外偶尔居留预测点处的剂量率目标控制值。

7.3.5放射性废水排放

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

标准中 8.6.2 款规定：不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

2. 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

第7.3.3.1款 对于槽式衰变池贮存方式：

- a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放；
- b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期（含碘-131核素的暂存超过180天），监测结果经审管部门认可后，按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L 、总 β 不大于 10Bq/L 、碘-131的放射性活度浓度不大于 10Bq/L 。

7.3.6放射性固体废物处理

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

第8.6.2款规定：不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于10倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

2. 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)：

第7.2.3.1款 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁

解控并作为医疗废物处理：

- a) 所含核素半衰期小于24小时的放射性固体废物暂存时间超过30天；
- b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的10倍；
- c) 含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天。

第7.2.3.2款规定：不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过0.1mSv/h，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于4Bq/cm²、其他 α 发射体应小于0.4Bq/cm²。

7.3.7放射性废气排放管理

1.根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

第7.4.1款 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

第 7.4.2 款 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

7.3.8环境天然放射性水平

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）提供的聊城市环境天然辐射水平见表7-6。

表7-6 聊城市环境天然辐射水平（ $\times 10^{-8}$ Gy/h）

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.90~6.66	4.56	0.86
道 路	1.90~6.67	3.97	1.10
室 内	6.47~12.85	9.24	1.46

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理及场所位置

本项目SPECT/CT机房拟建于聊城市东昌西路 67 号，聊城市人民医院西区医疗保健中心一楼核医学科，且根据下文分析，机房周围的辐射水平可满足相关标准要求，保护目标处人员受照剂量可满足管理剂量约束值要求，选址充分考虑了邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全，选址合理。项目地理位置见附图 1，医院周边环境示意图详见附图 2。



图8-1 现场踏勘时项目现场情况

8.2 辐射环境现状调查监测

- 1.监测因子：环境 γ 空气吸收剂量率
- 2.监测点位：根据医院平面布置和周围环境情况，共设11个辐射环境现状调查监测点位，点位代号1#~11#，监测点位描述见表8-2。监测点位示意图见图8-2。
- 3.监测机构：山东杰创安全检测有限公司
- 4.监测人员：监测人员均持证上岗。
- 5.监测仪器：环境级监测仪器使用HD-2005型便携式X、 γ 剂量率仪，经山东省计量科学研究院检定，有效期至2026年10月13日。主要技术性能见表8-1。

表8-1 HD-2005型X、 γ 剂量率仪主要参数

序号	项目	主要参数
1	仪器编号	JCJ044

2	量程范围	$(1\sim 50000) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$
3	能量响应	25keV~3MeV
4	检定证书编号	Y16-20252927

6.监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中相关规定进行监测和布点。

7.监测时间、环境温度：2026年4月28日，晴，26℃，相对湿度：45%

8.监测结果

监测结果见表8-2。

表8-2 辐射环境现状调查监测结果（nGy/h）

测点 编号	监测点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率
1#	拟建位置东侧（ECT控制室）	19.1±0.6
2#	拟建位置东侧（数字胃肠室）	15.5±0.6
3#	拟建位置南侧（走廊）	16.9±0.9
4#	拟建位置西侧（走廊）	16.1±0.3
5#	拟建位置西侧（激光照相室）	15.9±0.6
6#	拟建位置北侧（走廊）	152.9±3.7
7#	拟建位置	17.4±0.9
8#	拟建位置楼上（检验科）	13.0±0.5
9#	拟建位置楼下（供应室）	16.3±0.4
10#	拟建位置北侧门诊楼一层	13.1±1.1
11#	拟建位置南侧裙楼一层	14.8±0.4

注：①已扣除宇宙射线响应值（3.34nGy/h）。②6#点位北侧PET/CT为开机状态。

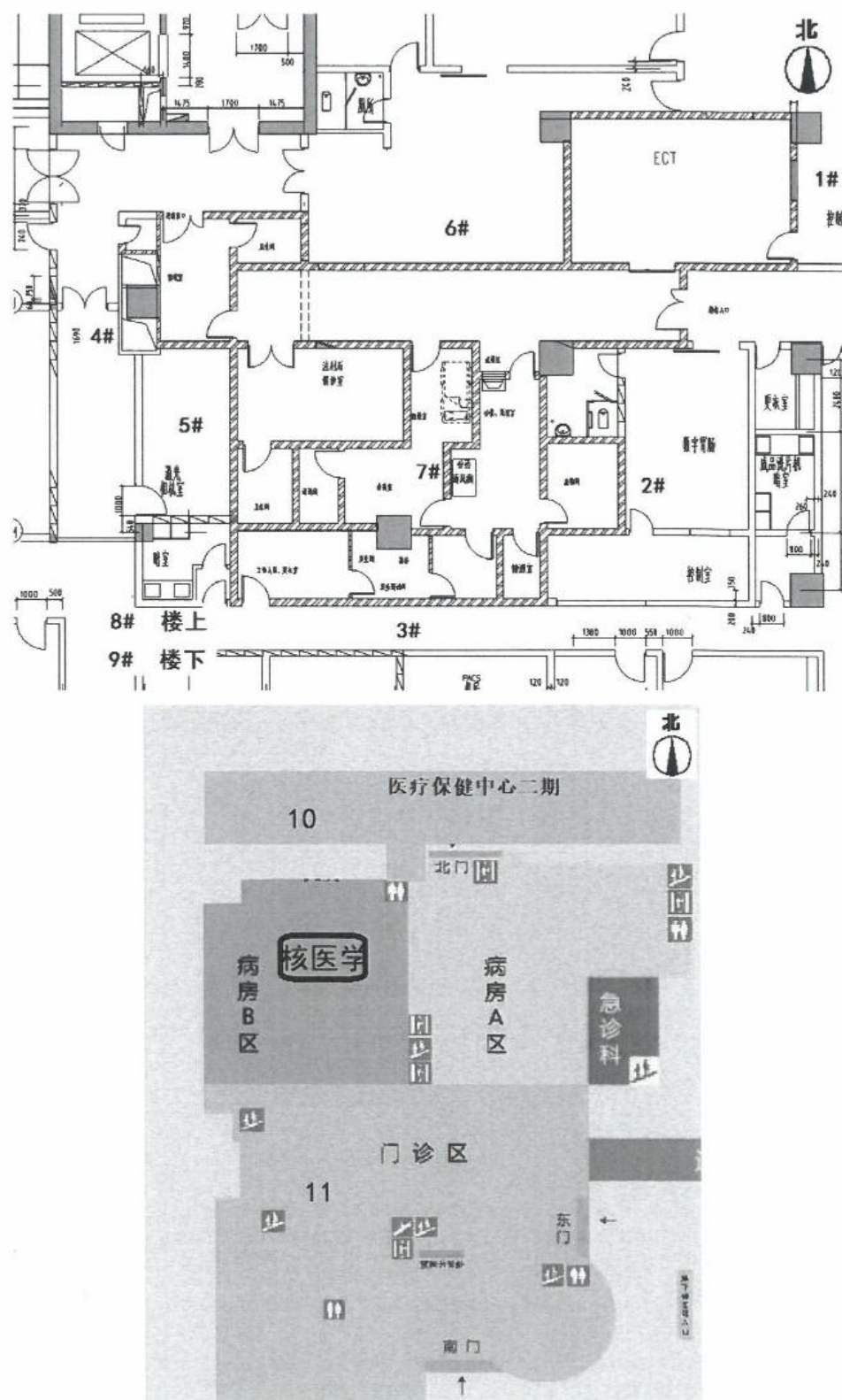


图8-2 监测点位图

8.3 辐射环境现状评价

根据本次监测结果，本项目 SPECT/CT 机房的环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（12.0~19.7）nGy/h 即（1.2~1.97） $\times 10^{-8}$ Gy/h，低于聊城市室内（6.47~12.85） $\times 10^{-8}$ Gy/h 环境天然辐射水平范围。因此，项目建设位置周围环境 γ 空气吸收剂量率现状与该地区天然放射性本底处于同一水平。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期分析

本项目核医学科位于西区医疗保健中心病房B区一层，拟建SPECT/CT机房及其配套附属用房位于核医学科西北部。本项目仅在原有核医学科基础上进行改建，施工期主要涉及现有核医学科内部分墙体拆除改造、屏蔽防护装饰、设备入场等，施工过程简单，工期较短。

施工期主要的污染因子为：扬尘、施工人员生活污水、噪声及固体废物，屏蔽材料施工过程不会产生辐射影响，SPECT/CT在安装调试时，会产生X射线、臭氧和氮氧化物。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 项目主要构成及非密封工作场所分级

1.性能参数和计划工作量

本项目使用的^{99m}Tc不开展分装，^{99m}Tc按照每日用量提前订购，运输到医院后当日可在储源室暂存，不贮存。本项目拟使用的放射性药物使用量及年使用量见表9-1。

表9-1 本项目拟使用的放射性药物日使用量及年使用量

核素	每人最大用量	日最大检查 诊疗人数	年最大检查 (治疗)人数	日最大用量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途
^{99m} Tc	$7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi)	40人	5000人	2.96×10^{10}	3.7×10^{12}	SPECT/CT显 像检查

2.非密封工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录C提供的非密封源工作场所放射性核素日等效最大操作量计算方法(日等效最大操作量计算公式为：日等效最大操作量=日最大操作量×毒性组别修正因子/操作方式修正因子)。本项目核医学科工作场所非密封放射性核素日等效操作量计算见表9-2。

表 9-2 本项目核医学科放射性药物日等效最大操作量计算表

项目名称	核素 名称	实际日最大 操作量/Bq	毒性 分组	毒性组 别修正	性状	操作方 式	方式与状态 修正因子	日等效最大 操作量/Bq	使用场所
SPECT/CT 显像诊断 项目	^{99m} Tc	2.96×10^{10}	低毒	0.01	溶液	很简单 操作	10	2.96×10^7	核医学科

由表9-2可知，本项目SPECT/CT机房日等效最大操作量为 $2.96 \times 10^7 \text{Bq}$ ，根据GB18871-2002非密封源工作场所的分级原则，SPECT/CT显像诊断场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

9.2.2 SPECT/CT显像诊断项目

9.2.2.1 设备组成及工作原理

SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography, 单光子发射型计算机断层显像)，是一种利用放射性核素的检查方法。SPECT/CT的全称是单光子发射计算机断层扫描仪 (Single-Photo Emission Computed Tomography)。其使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行诊断的基本原理是：受检者注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 在特定的器官或组织发射出能量 140keV 的光子(γ 射线)，穿过组织器官后到达SPECT探测器。SPECT使用低能准直器对 γ 射线进行准直，通过闪烁体将 γ 射线能力转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图形。其主要的功能特点是：除了显示脏器形态结构外，更重要的是可观察到脏器血流灌注、功能和代谢的变化。临床主要应用于骨骼显像、心脏灌注断层显像、甲状腺显像、肾动态显像等。

SPECT/CT主要由三部分组成，即探头、旋转运动机架、计算机及其辅助设备。探头部分主要由准直器、晶体、光导、光电倍增管、模拟定位计算电路组成。SPECT/CT自身带有一个CT球管，在SPECT核素扫描的基础上，可以同时获得CT解剖图像，从而更有利于对疾病作出全面、准确的判断。SPECT/CT是将SPECT和多排螺旋CT结合成一体化的设备，不仅提供SPECT功能信息，而且提供诊断CT的解剖信息。SPECT本身不产生射线，仅作为光子接收和成像设备，服药后的患者作为辐射源项；CT扫描过程中，CT设备发射的X射线作为辐射源项。

本项目SPECT/CT显像诊断采用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性同位素标记，同位素从专业放射性同位素供货商购买，购买规格为单支装，医院无需进行分装。

NM/CT 860型SPECT/CT示意图见图9-1。



图9-1 NM/CT 860型SPECT/CT外观及结构示意图

9.2.2.2 工作流程及产污环节

(1) 诊断规划

SPECT/CT诊断项目共使用 1 台SPECT/CT设备，使用放射性核素 ^{99m}Tc 。正式开展后，每年工作 250 天，每周工作 5 天， ^{99m}Tc 核素（静脉注射）显像诊断每日最多 40 人，每名患者最大注射量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ 。

(2) 工作流程

接收患者：接收患者，告知患者诊断过程存在的辐射危害，医生根据患者病情记录使用核素剂量。

预订药物：本项目计划使用放射性核素 ^{99m}Tc 进行SPECT显像诊断，工作人员根据预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物暂存于储源室。本项目 ^{99m}Tc 药物为外购单支成品药物的形式送达，核医学科内无需人工分装。

注射： ^{99m}Tc 为外购单支成品药物，工作人员注射前无需额外分装，使用前工作人员将含 ^{99m}Tc 药物的铅罐移至通风橱内，在通风橱中用安装有铅防护套的注射器取出患者所需用量的核素，进行测活，测活后在注射窗口铅注射屏屏蔽下为患者注射；如开展心肌显像，则由工作人员引导患者进入抢救室进行运动，运动期间病人通过提前埋针来注射

药物；如开展动态给药，患者经工作人员指引直接进入SPECT/CT机房，在机房内进行注射给药，医护人员注射后离开机房，立即对患者进行扫描诊断。

扫描诊断：患者注射放射性药物后进入SPECT/CT机房，经医生进行语音提示摆位，必要时进入机房指导患者摆位后，离开SPECT/CT机房进入控制室，隔室操作SPECT/CT对患者实施扫描诊断，每次扫描约15min。扫描结束后，患者直接通过核医学科西侧的患者专用出口离开核医学科。

(3) 产污环节

SPECT/CT显像诊断工作流程与产污环节详见图9-1。

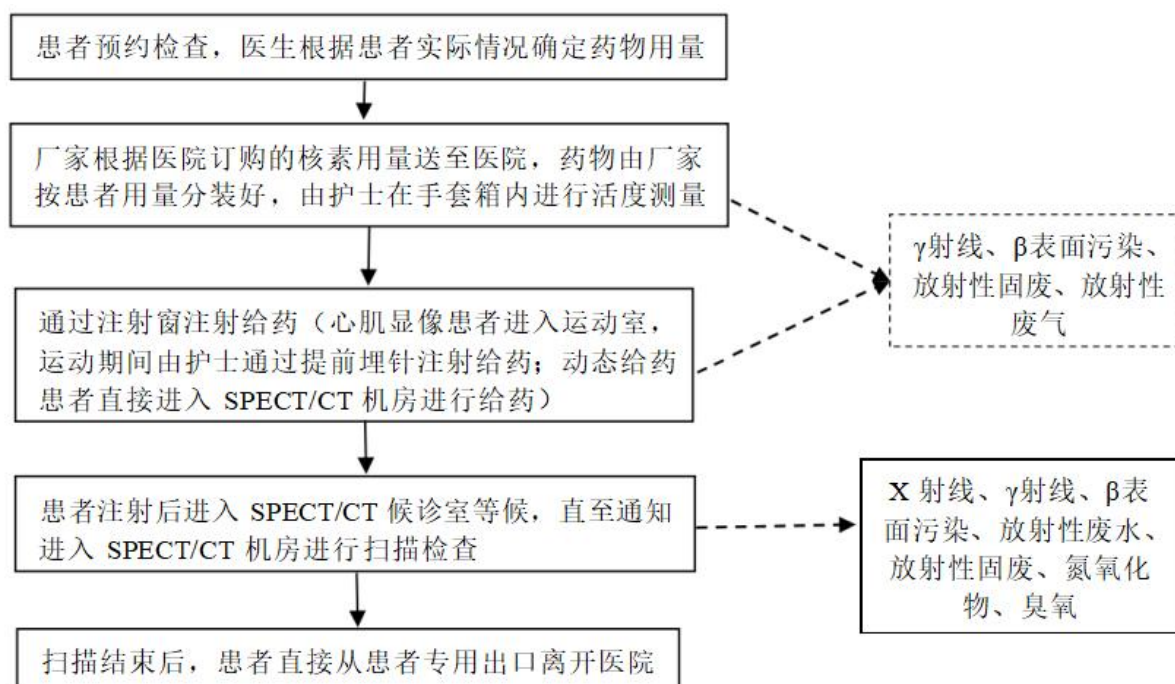


图 9-1 SPECT/CT诊断工作流程及产污环节分析示意图

因此，SPECT显像诊断项目污染因子是：X射线、γ射线、β表面污染、放射性废水、放射性废气、氮氧化物、臭氧和放射性固废等。

(4) 废物处理措施

工作人员注射完毕后的一次性注射器、棉签，放入专用放射性废物铅桶内；患者候诊时产生的尿液、粪便、呕吐物均冲入专用卫生间，纳入衰变池内衰变；候诊留观期间产生的一次性用品放入专用放射性废物铅桶内。工作场所废气由核医学科专用废气管道引出，经活性炭净化过滤装置处理后至屋顶排放。

9.2.2.3 主要辐射源项描述

(1) 非密封放射性核素

本项目拟使用非密封放射性核素的有关参数见表9-3。

表 9-3 非密封放射性核素的相关放射性属性

核素名称	状态	半衰期	毒性级别	衰变方式	主要射线和能量 (MeV)	用途
^{99m}Tc	液态	6.02h	低毒	I.T.	$\gamma 0.140$	显像诊断

注：衰变方式栏中I.T.表示同质异能跃迁。

(2) 射线装置

本项目核医学科拟使用射线装置配备情况见表9-4。

表 9-4 射线装置的配置情况

射线装置名称	数量 (台)	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途
NM/CT 860 SPECT/CT	1	III	140	100	显像诊断

9.2.2.4 工作人员配备和工作负荷

根据医院提供的资料，SPECT/CT显像诊断项目正式开展后，每年工作250天，每周工作5天，每日工作8h。运行过程中各工序涉及辐射工作人员情况以及工作负荷见表9-5。

表9-5 各工序涉及辐射工作人员情况以及工作负荷一览表

SPECT/CT 显像诊断项目				
工作场所	工艺	操作内容	操作时间	人员数量
分装质控室	测活、注射	测活，给患者注射药剂	测活 30 秒/次 注射 30 秒/次	1 名护士
SPECT/CT 机房	摆位	指导患者躺至正确的位置	60 秒/次	1 名技师
SPECT/CT 控制室	扫描	技师在控制室操纵设备进行扫描	15min/次	
PET/CT 显像诊断项目（现有）				
分装质控室	分装、测活、 注射	分装质控、测活，给患者注射药 剂	分装 1min/次 测活 30s/次 注射 30s/次	1 名护士
PET/CT 机房	摆位	指导患者躺至正确的位置	60 秒/次	1 名技师
PET/CT 控制室	扫描	技师在控制室操纵设备进行扫描	15min/次	
其他				
办公室	办公	办公、读片、报告打印等	2000h/a	3 名医生
预约登记问诊处	预约登记	预约登记、门诊接诊	2000h/a	1 名护士

9.2.2.5 人流、物流路径

本项目核医学科工作场所规划了工作人员、患者、放射性药物和固体放射性废物的通道和路线，有利于避免和减少放射性物质的污染和对相关人员的辐射影响，具体人员

和物流路线见附图5。

①SPECT/CT患者路径：患者根据预约时间到达核医学科外预约登记问诊处，确认信息后在注射前等候区等待、接受宣教，根据叫号从病人入口进入核医学科工作场所，到SPECT/CT注射窗口接受注射（部分患者到抢救室注射），注射后前往SPECT/CT候诊室休息候诊，候诊完成后，根据语音呼叫系统提示进入SPECT/CT机房进行扫描检查，扫描完成后，患者从核医学科西侧患者专用出口离开核医学科。

核医学科病人通道出入口和工作人员通道出入口分开设置，核医学科区域进出防护门均设置门禁系统，允许医护人员在必要时进入放射工作区，只允许单向通行，防止给药后患者进入非放射性工作区，或无关人员进入放射工作区。

②SPECT/CT医护人员路线：医护工作人员从核医学科西南侧入口进入，护士通过卫生通过间更衣、换鞋后进入分装质控室，在SPECT/CT注射区进行施药，技师经原PET/CT通道进入SPECT/CT机房控制室，必要时进入机房协助患者摆位，工作结束后均按原路返回。

③放射性药物路线：按照建设单位与供药单位的协定，药物配送人员每天上班前从核医学西北侧受检者出口进入核医学科，逆向经受检者通道将预定的放射性药物送至储源室内，送药完成后原路返回离开核医学科。送药前，医院与供药商提前预约，在无人时段进行送药并有专人接收。

④固体放射性废物路线：固体放射性废物集中暂存于放射性固废暂存间，本项目含 ^{99m}Tc 核素的固体放射性废物暂存时间超过30天后作为医疗废物进行处置，与本院其他医疗废物一起委托有处置资质的单位进行妥善安全处置。

9.3 污染源项分析

9.3.1 核医学科污染源项分析

9.3.1.1 正常工况

由上文SPECT/CT显像诊断工作流程分析可知，射线外照射将伴随核素在核医学诊疗项目整个开展过程中，包括供药、测活、注射等过程。受诊患者注射放射性药物后，本身短时间内也成为“辐射体”，随着患者的移动，将对周围环境造成辐射影响，排泄物也成为放射性污染物。在诊疗过程产生的固体废物也可能受放射性污染而成为固体

放射性废物。本项目主要污染因子包括：

(1) γ 射线

①本项目使用的核素 ^{99m}Tc 在发生衰变时会伴随产生 γ 射线，在进行药物测活、注射等操作时，在周围停留的操作人员和患者可能受到核素释放出的 γ 射线外照射影响。

②患者注射放射性药物后，本身短时间内是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响。

③进行SPECT/CT扫描时，受诊患者身体中的放射性核素产生的 γ 射线将对操作人员造成外照射影响。经过机房的屏蔽，射线可能仍有一定的泄漏，环境影响途径为外照射。

(2) β 表面污染

放射性药物的操作过程中，药物衰变过程可能会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。

(3) X射线

SPECT/CT设备运行期间将产生X射线，X射线随机器的开、关而产生和消失。

(4) 固体放射性废物

主要是放射性药物操作使用过程中沾染放射性药物的固体废物（包括一次性注射器、针头、棉签、滤纸、手套、一次性水杯、擦拭污染地面的物品等），这些废弃物中都会有残余的核素。

核医学科废气处理设施更换下来的废活性炭属于放射性固体废物，本项目活性炭净化装置装填量约为15kg，平均每半年由厂家更换一次，产生量约30kg/a（包含PET/CT显像诊断项目）。

(5) 放射性废水

用药患者在核医学科诊疗期间可能产生含放射性核素的排泄物及其冲洗水，辐射工作人员去污、应急洗消、场所清洁时也会产生一定量的放射性废水。

(6) 放射性废气

核素测活、注射给药等过程中可能产生含放射性物质的废气，该过程废气产生量极少，因此不进行定量分析。

(7) 臭氧、氮氧化物等废气

本项目SPECT/CT射线装置在曝光过程中会产生少量的臭氧和氮氧化物，因射线装置每次曝光时间短，臭氧产生量极少，空气在辐射照射下产生氮氧化物（ NO_x ）产生量

约为臭氧的三分之一，氮氧化物产生量更少。本项目SPECT/CT机房内设有排风系统，能够将产生的臭氧和氮氧化物通过排风系统引至医疗保健中心楼顶排放，不会形成室内集聚，且臭氧50min后可自然分解为氧气，对医院及周边环境空气质量影响较小，故本次评价不进行定量分析。

9.3.1.2 非正常工况

主要考虑电离辐射损伤、放射性药物失控对环境及公众的影响。

①SPECT/CT机房门灯联锁装置发生故障时，人员误入正在运行的射线装置机房，对人员造成误照射。

②由于工作人员操作不熟练或违反放射操作规程或误操作等其他原因致使放射性药物洒漏，造成意外照射和辐射污染。

③由于未锁好核医学科进出口的大门或取用药物后未及时锁好防护门或保险柜等药物保管工作不到位致使放射性药剂丢失，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

表10 辐射安全和防护

10.1 项目安全设施

辐射安全防护是为了使核医学科项目安全运行，控制人员受照剂量，减少因不合理照射引起的随机性效应发生的概率，防止确定性效应，并在发生辐射事故时，有应急的条件。医院拟从工作场所布局、屏蔽防护方案、放射源安全管理、辐射安全管理措施、防护用品配备等方面着手，加强对工作场所的辐射环境监督管理，保障工作人员和公众的安全。

10.1.1 布局分析及分区情况

(1) 布局分析

核医学科工作场所选址位于西区医疗保健中心病房B区一层西北部，主要开展PET/CT、SPECT/CT显像诊断项目，本项目场所是一个相对独立的场所，与周围相邻工作场所均有实体墙隔离，避免了与相邻区域人员的交叉污染。SPECT/CT显像诊断患者入口设置在东侧，患者出口设置于西北侧，东侧为数字胃肠；南侧为放射科读片室、更衣室；西侧为激光相机室、档案室；北侧为PET/CT，整体形成与人群活动密集区尽可能远的布局。

本项目设置有卫生通过间、分装质控室、注射室、SPECT/CT机房及其控制室、抢救室、注射后候诊室、留观室、放射性固废暂存间、储源室、负荷室、清洗间等功能房间，并有专用的医护人员通道。分装质控室与设备机房分开设置，注射后候诊室旁设置有患者专用厕所。卫生通过间设置洗手、淋浴去污设施，并配备表污监测仪，每次工作结束经监测达标后方可离开，能避免工作人员把污染扩散到控制区外。

本项目核医学科控制区相对集中设置，储源室、分装质控室、注射室等高活性功能房间集中布置，防止了交叉污染，减小了放射性药物、放射性废物的存放范围；核医学工作场所设置单向门禁、受控门，进入核医学科控制区前进行指导和提醒，通过语音叫号、路线指引、警告标志和视频监控等措施，能够有效防止无关人员随意进入控制区并限制给药后患者随意流动，避免公众、工作人员受到不必要的外照射；控制区医护入口设置有卫生通过间，设有冲洗设施和表面污染监测设备，控制区内设有给药后患者的专

用卫生间。

(2) 分区情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,结合《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)辐射工作场所分区的相关要求,本项目核医学科控制区和监督区划分情况见表10-1。

表10-1 本项目核医学科控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
核医学科	患者通道、分装质控室、注射室、储源室、清洗间、负荷室、放射性固废暂存间、抢救室、注射后候诊室、留观室、SPECT/CT机房、卫生间、衰变池等区域	控制室、更衣室、卫生通过间、控制区外30cm处及衰变池上方、下方等区域

控制区边界均设计了辐射防护实体屏蔽或隔离,在涉及核素操作的控制区入口设有卫生通过间,提供辐射监测设施和更衣、去污场所,严格限制人员进出控制区;监督区不采取专门的防护手段,但要定期检查其辐射剂量率水平。除衰变池外核医学科的控制区及监督区划分情况见附图4,衰变池区域为控制区、上方和下方区域为监督区。

综上所述,本项目核医学布局基本满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)关于布局的要求。核医学科辐射工作场所布局遵循活性区和非活性区分开、人员路线独立的原则,相关配套功能房间齐全,能够满足医务人员及患者均具有独立的出入口和流动路线,能够有效防止交叉污染,避免公众、工作人员受到不必要的外照射。

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

本项目建设内容包括1间SPECT/CT机房及其控制室、卫生间、清洗间、注射后候诊室、储源室、抢救室、卫生通过间等,并将原SPECT/CT机房北侧一道患者防护门移至南侧。本项目SPECT/CT机房及相关辅助用房辐射防护屏蔽设计方案见表10-2所示。

表10-2 核医学科工作场所屏蔽设计方案

房间名称	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度	备注
分装质控室/抢救室	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+两层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	防护门	3mmPb铅板	改造新增
	注射窗	20mmPb铅玻璃	改造新增
SPECT/CT机房	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	依托现有屏蔽

	顶棚及地面	110mm混凝土 180mm混凝土	依托现有屏蔽
	防护门	4mmPb铅板	依托现有屏蔽
放射性固废暂存间	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+两层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	防护门	3mmPb铅板	改造新增
储源室	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	改造新增
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+两层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	改造新增
	防护门	3mmPb铅板	改造新增
负荷室/清洗间/卫生间	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	改造新增
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+两层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	改造新增
	防护门	3mmPb铅板	改造新增
注射后候诊室	四侧墙体	240mm实心红砖+60mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+三层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	改造新增
	防护门	6mmPb铅板	改造新增
留观室/卫生间	四侧墙体	240mm实心红砖+40mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+两层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	改造新增
	防护门	3mmPb铅板	改造新增
SPECT/CT控制室	四侧墙体	240mm实心红砖	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土 180mm混凝土	依托现有屏蔽
	防护门	4mmPb铅板	依托现有屏蔽
患者通道	四侧墙体	240mm实心红砖+60mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	顶棚及地面	110mm混凝土+顶钢骨架+三层15mm厚钡板 180mm混凝土+20mm厚钡砂	依托现有屏蔽
	防护门	3mmPb铅板	改造新增

注：混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ，实心砖密度 $\geq 1.65\text{g/cm}^3$ ；厚钡砂密度 $\geq 3.8\text{g/cm}^3$

本项目核医学科的墙体普遍采用实心红砖+抹厚钡砂的形式；顶棚、地板均采用混凝土+顶钢骨架+厚钡板的形式，采用以上形式的防护措施，考虑经济技术可行性的基础上，既做到选材最优亦能够保证满足屏蔽防护性能的需求和空间利用需求，能够满足核医学科实体屏蔽体外30cm处周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，控制区内人员居留因子小于1/2的场所周围剂量当量率小于 $10\mu\text{Sv/h}$ ，通风橱和注射窗外表面30cm处人员操作位周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，通风橱其他面周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的要求，因此，核医学场所屏蔽防护满足标准要求。

10.1.3 辐射安全防护措施、环保相关措施

10.1.3.1 主要辐射安全措施

本项目核医学科辐射安全防护措施与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）符合性分析见表10-5。

表10-5 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）符合性分析

《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	本项目情况	是否符合要求
放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险柜内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。	本项目核医学科设置了储源室，用于储存放射性物质，储源室采取了屏蔽措施，放射性物质在各自相应的屏蔽贮存容器中置于储源室内；对于外购药物将存放在储源室内保险柜中。 安排专人管理，建立放射性物质台账，及时登记，确保账物相符。定期对储源室进行辐射水平监测并记录，储源室设置门锁及警告标志、警示语句，无关人员不得进入储源室。	符合
核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。	核医学科涉及放射性核素操作均在专用通风橱内完成，工作台台面平整光滑，室内地面与墙壁衔接处无接缝，易于清洗、去污。	符合
操作放射性药物场所级别达到乙级应在通风橱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。	本项目核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所，其放射性药物操作等在通风橱中进行。放射性药物注射器配备注射器防护套；给药后患者候诊室内设置有足够屏蔽厚度的铅屏风，以减少注射药物的患者对其他人员产生照射。	符合
操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。	核医学科医护出入口设有卫生通过间，设有洗涤去污设施和表面污染检测仪器，药物操作人员和物品离开控制区前进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，将进行清洗去污直至表面污染水平满足控制标准要求。	符合
扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。	核医学科ECT扫描机房门框上方均设置工作状态指示灯，灯箱处设置警示语句，指示灯与防护门联锁。	符合
核医学工作场所应保持有良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持	本项目核医学科通风进行了专门的设计，通过管线设计及压差控制，能够保证工作场所的气流自清洁区向监督区再向控	符合

工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。	制区的方向流动，并保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。	
放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在通风橱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。通风橱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。 通风橱应有足够的通风能力。碘-131治疗病房以及设有通风橱、通风橱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。	本项目核医学科放射性物质测活、取药等操作均在通风橱中进行，通风橱设置了独立的排风系统，保证柜内负压，并安装活性炭过滤装置。 核医学排风管道排气口均高于所在建筑屋顶，排放口邻近无高层建筑。	符合

根据上述对照分析结果可知，本项目核医学工作场所采取的辐射安全与防护措施基本符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

10.1.3.2 辐射防护用品

本项目核医学科工作场所配置的个人防护用品见表 10-6。

表10-6 核医学科工作场所改造后配置的个人防护用品表

序号	种类名称	设置场所	新增数量	铅当量	备注
1	通风橱	分装质控室	不新增	10mmPb	依托原有
2	嵌入式防护注射窗	分装质控室	不新增	20mmPb铅玻璃	依托原有
3	脚踏式铅废物桶	注射室、注射后候诊室、卫生间、留观室等	2个	10mmPb	新增
4	注射器防护套	SPECT/CT注射室	不新增	4mmPb	依托原有
5	铅罐	储源室	4个	5mmPb	厂家提供
6	应急及去污用品	卫生通过间	不新增	/	依托原有
7	移动式铅屏风	注射后候诊室、SPECT/CT机房	不新增	10mmPb	依托原有
8	铅防护眼镜	SPECT/CT机房	6套	0.5mmPb	新增
9	铅防护服、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	分装质控室	不新增	0.5mmPb	依托原有
10	放射性污染防护服、工作帽、工作手套、口罩等	/	按需购买	/	依托原有
11	表面污染监测仪	卫生通过间	不新增	/	依托原有
12	便携式X-γ射线巡测仪	卫生通过间	不新增	/	依托原有
13	个人剂量报警仪	人员随身携带	不新增	/	依托原有
14	个人剂量计	人员随身携带	不新增	/	依托原有

根据剂量率预测计算结果表明个人防护用品数量和防护铅当量均满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）相关要求，可以满足医院拟开展核技术利用项目运行的要求。除此以外，通过制度规范辐射工作人员的操作，包括放射性核素的管理、使用，放射性污染物的处理和患者的活动限制等。核医学科运行期间主要污染物为 γ 射线、 β 表面污染等，医院现已配置表面污染仪、便携式X- γ 射线巡测仪，本项目可依托现有设备，配备的监测仪器符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对监测仪器的配置要求。

10.1.3.3 放射性药物存放场所的辐射安全措施

①核医学科使用的放射性药物提前向供药商按需订购，生产厂商根据医院订购合同，按时定量将放射性药物送至核医学科，核医学科安排专人接收放射性核素，经确认无误完成相关交接手续后暂存在储源室，使用时工作人员从储源室内拿出，连同铅罐包装放置于通风橱内。

②放射性源库室应防火、防盗（保险柜、防盗门、双人双锁、房间内设置视频监控并入科室、门口设置红外报警系统和电离辐射标志）。

③放射性源库应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。

④应建立放射性药物的出入库登记制度，贮存、领取、使用放射性药物时，应当进行登记、检查，做到账物相符。

⑤应定期检查放射性药物的实际库存数量及贮存场所。

⑥放射性源库设施和措施应满足“六防”的防护要求。

10.1.3.4 放射性表面污染控制

为保证非密封源工作场所的表面污染水平达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准，医院应做到以下管理措施和要求：

①放射性药物应当有良好的外包装，送入后要妥善储存及转移，防止意外撒漏；

②放射性药物操作人员应当定期参加相关专业培训，具备相应的技能与防护知识，并配备有适当的防护用品。操作放射性药物时，须在有负压的通风橱内进行，防止放射性物质飞散；所有涉及放射性物质操作都必须在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。

③放射性药物操作人员应当定期参加相关专业培训，具备相应的技能与防护知识，

并配备有适当的防护用品。

④操作台、地面应当选用易于清污的材料或材质，并且每次操作完成后应当使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并购买放射性表面去污用品和试剂进行去污，以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准值。

10.1.3.5 人员防护措施

（1）辐射工作人员的防护

在实际工作中，为了减少辐射工作人员所受到的照射剂量，普遍采用屏蔽防护、时间防护和距离防护。

①屏蔽防护：将辐射源安置在专用、固定的工作场所内，通过场所的有效实体屏蔽辐射源产生的有害辐射；为核素操作人员配备铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，注射器配备注射防护套。SPECT/CT 机房内设置移动铅屏风。

②时间防护：在满足工作质量的前提下，尽量减少放射性药物操作和射线装置扫描时间，使照射时间最小化。

③距离防护：在不影响工作质量的前提下，保持与辐射源尽可能大的距离，使距离最大化。

④本项目核医学所有辐射工作人员均应配备个人剂量计，并定期送检，开展职业健康监护，建立个人剂量档案、职业健康监护档案。

（2）受检者、其他人员的防护

为减少受检者、其他人员的照射剂量，主要采取屏蔽防护、时间防护和距离防护措施。

①屏蔽防护：将辐射源安置在专用、固定的工作场所内，通过场所的有效实体屏蔽辐射源产生的有害辐射；为受检者配备铅橡胶衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，注射器配备注射器防护套。SPECT/CT候诊室椅位之间设置铅防护屏风，以减少患者间相互照射。

②时间防护：在满足检查要求的前提下，尽量减少扫描时间，使照射时间最小化。

③距离防护：尽可能增加受检者与射线源的距离，减少受检者的受照剂量。

④辐射工作场所外围环境中的其他人员主要依托辐射场所墙体、顶棚、门、窗等实体进行屏蔽防护。工作场所周围设置明显的警示、隔离措施，提示其他人员尽可能减少在辐射工作场所周围的停留时间，增大人员与辐射场所之间的防护距离。

⑤应注意做好患者分类、由工作人员通过视频监控确保患者有批次进入，避免患者交叉影响。

⑥SPECT/CT机房及SPECT/CT注射室、注射后候诊室、抢救室、留观室等拟安装高清探头，并设对讲系统。

10.1.3.6 操作过程中的防护措施

(1) 放射性药品的操作防护

辐射工作人员操作放射性药物时，须做好个人防护，包括穿戴铅衣、铅手套、口罩、铅眼镜等防护用品，在有负压的通风橱内进行，通风橱操作台面要求光滑、平整、易于清洗去污。所有涉及放射性物质操作都必须在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。分装质控室等房间设有脚踏式铅废物桶，产生的放射性固废收集于脚踏式铅废物桶内专用塑料包装袋中，装满后的专用塑料包装袋应密封、不破漏，及时转运暂存于放射性固废暂存间的铅衰变暂存容器内进行衰变。

(2) 给药后患者防护措施

首先告知患者及家属辐射可能带来的危害性，给药后患者与陪护人员实行隔离，陪护人员不允许在核医学科内驻留，医院需要划定专门的陪护人员等候区，并尽量远离非密封源工作场所，同时要求患者在给药后观察期内禁止随意走动，观察期间的呕吐物和排泄物要排入患者专用厕所。医院应通过语音指导、地面路线指引，进入核医学科前讲解注意事项等措施管控。在患者进入机房受检前，工作人员需确保患者走廊没有其他患者，再安排患者进入机房，以避免与 ^{18}F 患者交叉影响。

10.1.3.7 内照射防护措施

操作非密封性放射性药物时，液体洒落、挥发泄漏造成地面、工作台面、操作人员衣服、手套和空气等污染，污染的表面一方面成为外照射的辐射源，一方面通过皮肤渗透、呼吸、进食使放射性物质进入体内形成内照射。

为降低内照射对工作场所内辐射工作人员的影响，分装质控室设有专用通风橱，可

以有效降低高活室内空气中的放射性物质浓度。严格规范辐射工作人员工作和生活习惯，禁止在核医学科场所饮食饮水、化妆等；辐射工作人员定期进行培训，严格按照操作规程操作，尽量避免放射性药物撒漏，并经常用湿法清洁台面、地面及设备表面。严格遵守个人卫生制度和安全操作规程，穿戴个人防护用品，如铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，防止放射性核素沾染手和体表。辐射工作人员离开核医学科需在卫生通过间进行必要的表污监测和污染洗消后才能离开。

10.1.3.8 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

针对本项目拟建机房的实际情况，电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射，穿墙洞口位置采用与所在墙体相同铅当量的铅盖板进行覆盖，确保管线穿墙口位置与所在墙体具有相同的屏蔽厚度，满足整个机房屏蔽防护要求。

10.2“三废”治理措施

10.2.1 放射性废水

（1）衰变池组选址合理性

医院核医学科选址位于西区医疗保健中心病房B区一层东北部，已建有衰变池组，由3个每个有效容积为12.5m³的不锈钢槽罐组成，总有效容积37.5m³设置在病房楼西北侧，下方为地下停车场。衰变池组选址距离核医学科约25m，可以最大程度上缩短放射性废液收集管线距离，方便废水收集和排放。能够实现废水自流入池，方便废水收集、排放及设备维修，四周、上下方不属于人员密集场所，正常情况下无人员停留。衰变池设置电离辐射警告标志和中文警示说明，可确保辐射防护安全。综合分析，现核医学科衰变池选址相对合理。

（2）衰变池组设计

医院核医学科放射性废水主要含有¹⁸F、^{99m}Tc，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求，本项目放射性废水至少需要暂存30天，且监测达标后方可排入医院下水管网。

衰变池组用于其余显像检查患者的排便冲厕用水及卫生通过间工作人员洗手、淋浴产生的放射性废水。按照排便冲厕每人产生废水5L及每天工作人员洗手、淋浴产生的废水50L计算，PET/CT场所及本项目SPECT/CT场所放射性固体废水的产生量最大约

0.3m³/d，则本项目投入使用后核医学科放射性废水产生量约为75m³/a。

本项目依托核医学科现有衰变池组，为槽式衰变池，每个池体容积为12.5m³，总容积为37.5m³，第一个衰变池最后进入的废水存储时间为： $12.5\text{m}^3 \times 3 / 0.3\text{m}^3/\text{d} \approx 125$ 天（即为第三个衰变池注满的时间），则核医学科放射性废水可以在衰变池内暂存125天，满足废水在衰变池贮存30天的要求（即能够满足医院核医学科新增SPECT/CT使用^{99m}Tc的需求）。

综上分析，本项目放射性废水的收集和贮存能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）标准要求。

10.2.2 放射性废气

排风系统根据建筑排风竖井位置和核医学平面布局，结合核医学科相关核素种类及高低活性区域情况，设置单独排风管线，并在各功能房间设置止回阀防止放射性气体倒吸，核医学科废气经专用活性炭过滤净化装置吸附处理后最终通过所在建筑物楼顶排放，与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）密闭和通风要求符合性分析详见表10-7。

表10-7 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）密闭和通风要求符合性分析

内容	建设项目情况	符合性
6.3.1 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。	本项目核医学科拟依托现有科医学科排风管线，场所的气流流向已满足自清洁区向监督区再向控制区方向设置，各功能房间均设置了止回阀以保持工作场所与各区之间的压差	符合
6.3.2 使用回旋加速器制备放射性药物的工作场所应设有单独的通风系统，加速器自屏蔽区内应有单独排风管道，并相关加速器室呈负压	本项目不涉及回旋加速器的使用	符合
6.3.3 碘-131治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放	本项目不涉及碘-131治疗病房	符合
6.3.4 放射性物质的合成、分装及挥发性核素的操作应在通风橱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。通风橱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性	本项目涉及 ^{99m} Tc核素操作均位于通风橱内进行，通风橱已设置了单独的排风系统，且设备顶壁自带了活性炭过滤装置	符合

炭或其他过滤装置		
6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131治疗病房以及设有通风橱、通风橱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑	本项目通风橱设置了独立的排风系统，排气口设置于医疗保健中心病房楼楼顶屋面尽可能远离周边建筑处	符合

医院核医学科总共设置2套排风系统。1号排风系统单独收集分装质控室的通风橱废气，废气经收集后由排风处风井通向医疗保健中心病房楼楼顶排放；2号排风系统收集病人走廊、卫生间、储源室、清洗间、卫生间、PET/CT机房、SPECT/CT机房、留观室、候诊室等区域的废气，废气经收集后由排风处风井通向医疗保健中心病房楼楼顶排放。

表10-8 本项目核医学科场所排风情况一览表

排风系统编号		排风房间	净化装置	排放位置	管理要求	备注
核医学科	1号排风系统	通风橱	通风橱顶部、废气总排放管道设置专用活性炭净化过滤装置	通至医疗保健中心病房楼楼顶排放	每半年由厂家更换一次	新建
	2号排风系统	病人走廊、卫生间、储源室、清洗间、卫生间、PET/CT机房、SPECT/CT机房、PET/CT留观室、PET/CT候诊室等区域	废气总排放管道设置专用活性炭净化过滤装置			新建

核医学工作场所每套排风管道设置1台风机，管道连至排风井后垂直向上到达医疗保健中心病房楼楼顶，各排风管道内保持负压，设置止回阀，防止气流倒灌，经活性炭净化过滤装置吸附过滤后排放，排风口高于所在建筑物屋顶，排放口进行防雨、防鸟、防虫设计，并设置隔离措施防止人员近距离停留。核医学排风管道布置图见附图6。

因此，本项目核医学科放射性废气处理方案满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）关于气态放射性废物管理的要求。

10.2.3 放射性固废

本项目核医学科运行过程会产生废弃的一次性注射器、针头、手套、药棉、纱布、破碎杯皿及擦拭污染地面的物品和废活性炭等放射性废弃物，新建放射性固废暂存间进行暂存。放射性固废暂存间设置于核医学科东南角，分装质控室东侧。

核医学科废气处理设施更换下来的废活性炭属于放射性固体废物，活性炭净化装置

装填量约为15kg，平均每半年由厂家更换一次，产生量约30kg/a（包含PET/CT显像诊断项目）。医院拟将上述固体放射性废物收集于核医学科铅废物桶内专用塑料包装袋，铅废物桶、包装袋显著位置要标明废物类型、收贮时间、核素种类及数量等内容，做好台账记录。每袋废物的表面剂量率控制在0.1mSv/h以下，重量不超过20kg。装满后的专用塑料包装袋应密封、不破漏，及时转运暂存于放射性固废暂存间的铅衰变暂存容器中，铅衰变暂存容器外表面30cm处的周围剂量当量率应小于2.5 μ Sv/h。所含核素半衰期小于24小时的固体放射性废物暂存时间超过30天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于0.08Bq/cm²， β 表面污染小于0.8Bq/cm²，可对废物清洁解控并作为医疗废物（活性炭作为危险废物）进行处置。医院应建立固废排放台账，每次固废排放应详细记录固废排放量、固废种类、核素种类、监测数据、贮存时间等参数，并存档备查。

综上所述，本项目固体放射性废物收集和贮存措施基本满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

10.2.4 臭氧、氮氧化物等废气

本项目SPECT/CT机房拟采用机械通排风系统进行通风，通风情况较好，排风口拟设置于机房吊顶，保证机房内有良好的通风。机房内产生的臭氧和氮氧化物最终从医疗保健中心病房楼顶排放，空间开阔，利于气流扩散进入大气环境中，经自然分解，对周围环境影响较小。

表11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目施工期主要涉及现有核医学科内部分墙体拆除改造、屏蔽防护装饰、设备入场等，施工过程简单，工期较短，本项目主要从以下几个方面对本项目施工期环境影响进行简单分析。

(1) 大气环境影响分析

本项目施工期产生废气主要为施工时产生的扬尘及装修废气等。本项目施工期间产生的扬尘量较小，建设施工过程采取湿法作业，尽量降低粉尘对周围环境的影响，施工期产生的少量扬尘对项目周围大气环境影响较小。装修过程中产生的废气污染物相对较少，加强通风或室内空气净化措施，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

综上所述，本项目工程量较小，施工期大气污染物对项目所在地环境空气质量影响较小，且这些影响将会随施工期的结束而结束。

(2) 声环境影响分析

本项目施工期噪声源主要有施工设备，由于本项目工程量小，施工作业较少，同时项目施工噪声影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。因此，本项目施工对周围声环境影响时间和强度均较小，但必须重视对施工期噪声的控制，特别是应减小对其他工作单元的不利影响。

施工期间，施工设备的噪声时起时停，针对施工期声环境影响，施工期噪声污染防治措施具体有：

- ①合理安排施工进度和作业时间，对主要噪声设备应采取相应的限时作业。
- ②优先选用低噪声设备，日常应注意对施工设备的维修、保养，使其保持良好的运行状态。
- ③对施工人员进场进行文明施工教育，施工中不准大声喧哗。

经采取上述措施后，可降低本项目施工过程中噪声对周围的影响，场界噪声可满足

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的要求，影响也是可以接受的，且施工期只在短时期对局部环境造成影响，待施工结束后这些影响也随之消失，施工期噪声对周围声学环境不会造成明显影响。

（3）水环境影响分析

本项目施工期间，施工人员生活会排放一定量的生活污水，施工人员如厕可依托医院现有厕所，生活污水经医院污水处理站收集处理后纳入城市污水管网，不会对周围水环境产生明显不利影响。

（4）固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾和建筑垃圾。施工期生活垃圾、建筑垃圾产生量较小，生活垃圾依托医院现有生活垃圾收集点收集后，统一由环卫部门清运，建筑垃圾施工结束后由施工单位收集并妥善处理。评价认为施工期的建筑垃圾及生活垃圾均有合适的处置方式，是可行的、合理的，能有效减轻对医院的生态环境和景观产生的不利影响。

综上所述，本项目施工期较短，施工量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备，且安装调试阶段不涉及放射源和非密封放射性物质的操作。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 β 表面污染环境影响分析

β 表面沾污的影响主要来源于医护人员操作时， ^{99m}Tc 放射性核素逸出或飞散在操作

台、地板、墙壁、个人防护用品等表面，对职业人员和公众造成辐射影响。本项目核医学科 β 表面污染主要为操作 ^{99m}Tc 测活过程产生，因此，为了使本项目非密封放射性物质工作场所的 β 表面污染水平达到GB18871-2002 规定的要求，医院要做到以下安全防护措施：

- ①使用、操作放射性同位素的人员应经过培训，具备相应的技能与防护知识；
- ②操作液体放射性物质应在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行，并铺以吸水性好的材料；
- ③吸取液体的操作必须用合适的器具，严禁用口吸取；
- ④不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；
- ⑤放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查清洗、去污。工作人员应进行淋浴；
- ⑥放射性药品用后应及时存放在专用柜内，需防盗、防水、防火、柜外应有电离辐射标志
- ⑦：做好就诊病人的管理，特别是已注射放射性药品的病人管理工作，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动；
- ⑧如 β 表面污染水平超过GB18871-2002 规定值，医院应暂停开展核医学活性区的相关业务，去污染经监测符合标准后方可重新开展业务。

在落实以上各项安全防护措施，工作人员规范操作的情况下，核医学科工作场所监督区和控制区 β 表面污染可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关要求。

11.2.2 γ 射线辐射环境影响分析

(1) 诊疗人数及使用量

SPECT/CT显像诊断：使用 ^{99m}Tc 核素，检查20人次/天，5000人次/年，每人最大用量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi），则 ^{99m}Tc 实际日最大操作量为 $2.96 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。

(2) 核素操作场所屏蔽体外剂量率计算公式

辐射工作人员进行相关放射性核素的测活并给病人注射放射性核素，这个过程主要是放射性核素产生的 γ 射线引起的辐射照射。当病人注射了放射性核素之后，病人又成

为一个活动的辐射体，其所在的工作场所则要考虑来自病人身体的射线辐射。对于发射 γ 射线的放射性核素在进行辐射环境影响预测时，将核素及已注射核素的病人简化成点源，其辐射剂量率可近似按照点源模式计算。

核素操作场所屏蔽计算公式参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），辐射剂量率估算公式为：

$$H=10^{-X/TVL} \cdot A \cdot \Gamma / R^2 \quad (\text{式11-1})$$

式中：

H——屏蔽体外关注点剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

X——屏蔽厚度，单位为mm；

TVL—— γ 射线的十分之一值层厚度，单位为mm，见表 11-1；

A——单个患者或受检者所用放射源的最大活度，单位为MBq；

Γ ——距源 1m处的周围剂量当量率常数，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{MBq})$ ；

R——参考点与放射源间的距离，单位为m。

表11-1 本项目涉及核素辐射剂量率估算相关参数取值表

核素名称	$^{99\text{m}}\text{Tc}$
铅什值层厚度TVL ($\rho=11.3\text{g/cm}^3$)	1mm
混凝土什值层厚度TVL ($\rho=2.35\text{g/cm}^3$)	110mm
砖什值层厚度TVL ($\rho=1.65\text{g/cm}^3$)	160mm
周围剂量当量率常数（裸源） $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{MBq})$	0.0303
患者体外1m处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{MBq})$	0.0207

注：以上数据均来源于《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）。

居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录A选取，具体数值见表11-2。

表 11-2 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、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域
部分居留	1/4	1/2—1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8—1/40	1/8：各治疗室房门 1/20：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、病人滞留区域、屋顶、门岗室

			1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯
--	--	--	--

(3) 工作场所辐射水平分析及预测

①储源室、放射性固废暂存间

本项目使用的核素为 ^{99m}Tc ，医院根据患者预约情况向药物供应商订货，由药物供应商将药物放置于铅罐，放射性药物置于铅罐内送至核医学科储源室。 ^{99m}Tc 使用5mmPb铅罐，源强总活度按 ^{99m}Tc : 29600MBq计。

核素应用过程中产生的固废表面核素活度按不超过使用量的1%计，放射性固废暂存于放射性固废暂存间的铅衰变暂存容器内（10mmPb），源强总活度按 ^{99m}Tc : 296MBq计。

②分装质控室

医护人员给药前，护士将放射性药物从储源库连同铅罐拿到分装质控室，放置于专用通风橱内，给药前的相关操作均在专用通风橱内进行。 ^{99m}Tc 不开展分装，注射前医护人员在10mmPb的专用通风橱内直接从铅罐内拿出带有防护套的注射器，并穿戴有0.5mmPb铅衣，分装室内源强总活度按 ^{99m}Tc : 29600MBq计。

③SPECT/CT注射室

核素 ^{99m}Tc 注射时，药物置于注射器防护套内（ ^{99m}Tc 为4mmPb防护套），在铅玻璃注射窗（ ^{99m}Tc 为20mmPb注射窗）后进行，并穿戴有0.5mmPb个人防护用品， ^{99m}Tc 注射窗口源强总活度按 ^{99m}Tc : 740MBq计。

④SPECT/CT候诊室

SPECT/CT患者注射完放射性药物后，通过患者走廊进入对应候诊室，候诊时间一般为30min，随后进入相应机房进行显像和诊断；患者结束检查后无特殊情况发生则离开核医学科。

核医学科拟设置1间注射后候诊室，最多同时容纳2人，患者之间设置移动式铅屏风（10mmPb）。SPECT/CT每次仅能扫描一个患者， ^{99m}Tc 扫描患者注射药物经过一段时间的等待，药物活度已经小于 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi），本项目从保守角度考虑，仍按单个患者 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi）的点源计算。SPECT/CT注射后候诊室按2个 ^{99m}Tc 患者同时等待，单个患者注射 ^{99m}Tc 为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ ，则SPECT/CT注射后候诊室源强总活度为 ^{99m}Tc :

1480MBq。

⑤抢救室

患者在显像诊断过程中遇到抢救的情况，需及时进入抢救室实施抢救。患者注射药物 ^{99m}Tc 经过一段时间的等待，药物活度已经小于 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi），保守按单个患者 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi）的点源计算，则源强总活度为 ^{99m}Tc ：740MBq。抢救过程工作人员穿着0.5mmPb当量的铅橡胶围裙，按身体距离患者约0.5m进行估算。

⑥患者走廊

注射 ^{99m}Tc 的患者会进入患者走廊，本项目从保守角度考虑，按单个患者 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi）点源计算，则源强总活度为 ^{99m}Tc ：740MBq。

根据医院提供的资料和现场踏勘情况以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），“距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10 \mu\text{Sv/h}$ 。”因此，本项目关注点位拟按顶棚预测点取关注点上方楼层地面0.3m处，楼下预测点按距离楼下地面1.7m取值，其他预测点按防护门、观察窗、墙体外表面0.3m距离考虑，根据式11-1，本项目核素诊断场所辐射剂量率预测结果见表11-3。

表 11-3 核医学科预测点位辐射剂量率计算结果

序号	位置		距离 (m)	源强（MBq）	屏蔽厚度	辐射剂量率 (μSv/h)
1	分装质 控室	通风橱取药位	0.5	^{99m} Tc:29600	5mmPb铅罐+10mmPb通风橱 +0.5mmPb防护衣	2.4×10 ⁻¹³
2		北侧防护门外 30cm处	4.0	^{99m} Tc: 740	3mmPb防护门+10mmPb通风橱	2.96×10 ⁻¹⁴
3		上方30cm处	5.4	^{99m} Tc: 740	110mm混凝土+30mm厚钡板	1.09×10 ⁻³¹
4		下方距地 170cm处	3.4	^{99m} Tc: 740	180mm混凝土+20mm厚钡砂	2.49×10 ⁻⁴³
5	储源室	南侧墙外 30cm处	1.0	^{99m} Tc: 29600	60mm重晶石混凝土+40mm 厚钡砂+5mmPb铅罐	4.76×10 ⁻²⁸
6		上方30cm处	5.4	^{99m} Tc: 29600	110mm混凝土+30mm厚钡板	4.37×10 ⁻³⁰
7		下方距地 170cm处	3.4	^{99m} Tc: 29600	180mm混凝土+20mm厚钡砂	9.97×10 ⁻⁴²
8	放射性	铅衰变暂存容	0.8	^{99m} Tc:296	10mmPb衰变暂存容器	2.96×10 ⁻¹⁰

	固废暂存间	器表面30cm处				
9		东侧墙外30cm处	1.0	^{99m}Tc :296	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂+10mmPb衰变暂存容器	4.76×10^{-35}
10		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc :296	110mm混凝土+30mm厚钡板	4.37×10^{-32}
11		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc :296	180mm混凝土+20mm厚钡砂	9.97×10^{-44}
12	注射区	SPECT/CT注射位	0.5	^{99m}Tc : 740	0.5mmPb铅衣+10mmPb注射窗+4mmPb注射器防护套	5.99×10^{-14}
14		北侧防护门外30cm处	1.5	^{99m}Tc : 740	3mmPb防护门+4mmPb防护套	2.1×10^{-7}
15		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 740	110mm混凝土+30mm厚钡板	1.09×10^{-31}
16		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 740	180mm混凝土+20mm厚钡砂	2.49×10^{-43}
17	抢救室/负荷室	抢救位	0.5	^{99m}Tc : 740	0.5mmPb防护衣	5.9906
18		北侧防护门外30cm处	2.1	^{99m}Tc : 740	3mmPb防护门	1.07×10^{-3}
19		南侧墙外30cm处	2.1	^{99m}Tc : 740	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	2.7×10^{-25}
20		西侧墙外30cm处	1.1	^{99m}Tc : 740	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	9.83×10^{-25}
21		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 740	110mm混凝土+30mm厚钡板	1.09×10^{-31}
22		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 740	180mm混凝土+20mm厚钡砂	2.49×10^{-43}
23	注射后候诊室	北侧防护门外30cm处	2.0	^{99m}Tc : 1850	6mmPb防护门	3×10^{-6}
24		西侧墙外30cm处	2.0	^{99m}Tc : 1850	60mm重晶石混凝土+60mm厚钡砂	8.94×10^{-30}
25		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 1850	110mm混凝土+45mm厚钡板	5.58×10^{-35}
26		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 1850	180mm混凝土+20mm厚钡砂	6.23×10^{-43}
27	SPECT/CT机房	医生摆位处	0.5	^{99m}Tc : 740	0.5mmPb防护衣+10mmPb移动式铅屏风	5.99×10^{-10}
28		观察窗外30cm处	4.0	^{99m}Tc : 740	6mmPb铅玻璃	2.96×10^{-7}
29		北侧墙外30cm处	3.2	^{99m}Tc : 740	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	1.16×10^{-25}
30		南侧防护门外30cm处	3.2	^{99m}Tc : 740	4mmPb防护门	4.6×10^{-5}

31		西侧墙外30处	3.2	^{99m}Tc : 740	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	1.16×10^{-25}
33		东侧防护门外30cm处	4.0	^{99m}Tc : 740	4mmPb防护门	3×10^{-5}
34		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 740	110mm混凝土+30mm厚钡板	1.09×10^{-31}
35		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 740	180mm混凝土+20mm厚钡砂	2.49×10^{-43}
36	患者走廊	上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 740	110mm混凝土+45mm厚钡板	2.33×10^{-35}
37		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 740	180mm混凝土+20mm厚钡砂	2.49×10^{-43}
38	留观室	南侧墙外30cm处	3.1	^{99m}Tc : 1480	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	2.48×10^{-25}
39		北侧防护门外30cm处	2.4	^{99m}Tc : 1480	3mmPb防护门	1.64×10^{-3}
40		西侧墙外30cm处	1.8	^{99m}Tc : 1480	60mm重晶石混凝土+40mm厚钡砂	7.34×10^{-25}
41		上方30cm处	5.4	^{99m}Tc : 1480	110mm混凝土+30mm厚钡板	2.18×10^{-31}
42		下方距地170cm处	3.4	^{99m}Tc : 1480	180mm混凝土+20mm厚钡砂	4.98×10^{-43}
注：根据《辐射防护导论》，将 γ 射线减弱一定程度所需物质厚度d与物质的密度 ρ 成反比关系（ $d_1/d_2=\rho_2/\rho_1$ ）。本项目拟使用的硫酸钡水泥密度为2.79g/cm ³ ，混凝土密度为2.35g/cm ³ ，预测时将硫酸钡水泥和混凝土厚度折合为铅当量厚度。						

由上表估算结果可知，放射性核素产生的 γ 射线在核素诊断场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，通风橱、注射窗等设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，屏蔽设计满足要求，对周围辐射环境影响较小。

项目实际开展后，患者在注射药物后的候诊室等待过程中，由于衰变作用使得患者体内核素的活度不断减少，因此对周围的辐射影响也将不断降低。

11.2.3 工作人员受照剂量估算

根据医院提供的资料，本项目正式开展后，每年工作250天，每周工作5天，每天工作8h。本项目核医学科各工序及涉及辐射工作人员情况及操作时间见表9.2-7。

根据表11-3预测的各关注点处辐射剂量率，结合医院预估工作量，关注点处人员居留因子等参数，由式11-2计算即可得到辐射工作人员的年有效剂量，见表11-4。关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \times U \dots \dots \dots \text{（式11-2）}$$

其中： D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量（单位：Sv）

Dr ——辐射剂量率（单位：Sv/h）

T ——居留因子

t ——年工作时间（单位：h）

U ——使用因子，以点源考虑， U 取1。

表11-4 本项目核医学科辐射工作人员年有效剂量估算

工作场所	操作内容	对应关注点辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间(h)	年有效剂量(mSv)
分装质控室、注射室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 测活	2.4×10^{-13}	41.67	1×10^{-8}
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射	5.99×10^{-14}	41.67	2.49×10^{-9}
SPECT/CT机房	对患者进行摆位	5.99×10^{-10}	83.33	5×10^{-5}
SPECT/CT控制室	操纵设备进行扫描	2.96×10^{-7}	833.3	0.246
抢救室	特殊情况对患者进行抢救	5.9906	每年不超过10次，每次0.5h	0.029

综上，本项目辐射工作人员年有效剂量最大值为0.246mSv，满足辐射工作人员年剂量约束值不超过5mSv的要求。

11.2.5 公众受照剂量估算

根据11-3预测的各关注点处辐射剂量率，结合核医学科周围公众情况、关注点处人员居留因子等参数，由式11-3计算即可得到核医学周围公众的年有效剂量，见表11-5。

表11-5 核医学科公众人员年有效剂量估算

关注场所	人员类型	辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	与核医学边界距离(m)	受照时间(h)	年有效剂量(mSv)
东侧：病人入口、数字胃肠室	公众	4.6×10^{-5}	1/2	紧邻	2000	4.6×10^{-5}
南侧：医护通道		4.76×10^{-28}	1/5	紧邻	2000	1.9×10^{-28}
西侧：走廊		7.34×10^{-25}	1/5	紧邻	2000	2.94×10^{-25}
北侧：病人出口、楼梯		1.64×10^{-3}	1/5	紧邻	2000	6.56×10^{-4}
上方：检验室		4.37×10^{-30}	1/2	紧邻	2000	4.37×10^{-30}
下方：地下停车场		9.97×10^{-42}	1/40	紧邻	2000	4.99×10^{-43}

注：①本项目公众人员关注场所仅选择具有代表性场所，其他场所较之更远，所受到的年有效剂量更小，故本次评价不一列举；

②公众受照时间保守按每日8h工作时长计算。

根据上述估算结果可知：公众年有效剂量最大为 $6.56 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，能满足本项目公众年剂量约束值不超过 0.1mSv 的要求。

综上所述，本项目SPECT/CT工作场所辐射工作人员和周围的公众所受外照射年有效剂量符合《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，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）提出的工作人员 5mSv 和公众 0.1mSv 的剂量约束值。

11.2.6 核医学科“三废”影响分析

（1）放射性废水

本项目核医学科产生的放射性废水依托现有衰变池组处理，经埋地耐腐蚀和防护屏蔽的管道收集后，排入衰变池组进行衰变，衰变时间满足相应要求后排入医院下水管网。本项目核医学科放射性废水管道走向见附图7。

医院核医学科选址位于西区医疗保健中心病房B区一层东北部，已建有衰变池组，由3个每个有效容积为 12.5m^3 的不锈钢槽罐组成，总有效容积 37.5m^3 设置在病房楼西北侧，下方为地下停车场。衰变池组选址距离核医学科约 25m ，可以最大程度上缩短放射性废液收集管线距离，方便废水收集和排放。能够实现废水自流入池，方便废水收集、排放及设备维修，四周、上下方不属于人员密集场所，正常情况下无人员停留。衰变池设置电离辐射警告标志和中文警示说明，可确保辐射防护安全。

本项目核医学科放射性废水主要是工作台面、地面去污时产生的放射性废水，工作人员操作过程中手部受到微量污染的清洁废水，患者冲洗排便废水。本项目放射性废水涉及的核素主要为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 。衰变池组用于其余显像检查患者的排便冲刷用水及卫生通过间工作人员洗手、淋浴产生的放射性废水。

本项目核医学科患者日产生放射性废水量保守按 $5 \text{L}/\text{人}$ 计，年最大诊断人数为 5000 人，保守估计年产生量约为 25m^3 ，核医学科场所清洗用水保守按 $50 \text{L}/\text{日}$ 计，年产生量约为 12.5m^3 ，则本项目核医学科废水年产生量为 37.5m^3 ， $0.15 \text{m}^3/\text{d}$ 。另外，核医学科原有PET/CT项目放射性废水年产生量为 37.5m^3 ， 0.15m^3 。因此核医学科总放射性废水年产生量为 75m^3 ， $0.3 \text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目依托核医学科现有衰变池组，为槽式衰变池，每个池体容积为 12.5m^3 ，总容

积为 37.5m^3 ，第一个衰变池最后进入的废水存储时间为： $12.5\text{m}^3 \times 3 / 0.3\text{m}^3/\text{d} \approx 125$ 天（即为第三个衰变池注满的时间），则核医学科放射性废水可以在衰变池内暂存125天，满足废水在衰变池贮存30天的要求（即能够满足医院核医学科新增SPECT/CT使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的需求）。

综上，本项目放射性废水经衰变池衰变后，可直接解控排入医院下水管网进一步处理，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中放射性废水排放的相关要求。

（2）放射性废气

本项目核医学操作过程中会产生一定量的放射性气体，如核素测活、注射等。针对上述情况，建设单位已配置通风橱，除给药外放射性药物的各项操作均将在通风橱内进行，通风橱连接专用排风PVC管。核医学科内各场所设置机械排风装置，总共2套独立通风系统：通风橱采用1套独立通风系统，核医学科其他区域使用1套独立通风系统，风向由低活度区流向高活度区，经独立排风管道及风机将放射性废气通过核医学科西北侧排风井抽吸至楼顶屋面排出，排气口设置于医疗保健中心病房楼楼顶（该处上方无建筑且远离主楼），设置止回阀，防止气流倒灌，排风口均设活性炭吸附装置。

因此，项目排风设计满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）关于通风的要求。

（3）放射性固废

本项目核医学科运行过程中会产生废弃的一次性注射器、针头、手套、药棉、纱布、破碎杯皿及擦拭污染地面的物品和废活性炭等放射性废弃物。医院拟将上述固体放射性废物收集于核医学科工作场所铅废物桶内专用塑料包装袋中，包装袋显著位置要标明废物类型、收贮时间、核素种类及数量等内容。每袋废物的表面剂量率控制在 0.1mSv/h 以下，重量不超过 20kg 。装满后的专用塑料包装袋应密封、不破漏，及时转运暂存于核医学科放射性固废暂存间的铅衰变暂存容器中，铅衰变暂存容器外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的固体放射性废物暂存时间超过30天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 ， β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 ，可对废物清洁解控并作为医疗废物进行处理。

放射性药物均根据诊断计划按需制备和订购，一般不会产生剩余放射性药物，如出

现放射性药物购买过量用不完的情况，可将药物连同铅罐放置于废弃物间，半衰期小于24h的^{99m}Tc放射性药物暂存超过30天后，作为医疗废物处理。

放射性废物清洁解控后，运至医疗废物暂存间内贮存，对产生的固体废弃物进行分类收集、消毒、贮存，并委托有处理资质、有处理能力的单位处置，不会对周围环境带来不利影响，医疗废物暂存间对周围环境的影响小。本项目产生的危险废物均委托有资质的单位进行处理，危险废物运输应由持有危险废物经营许可证的单位按照其许可证的经营范围组织实施，承担危险废物的单位应获得交通运输部门颁发的危险货物运输资质。运输过程危废散落和泄漏的可能性小，对运输路线沿线的环境影响不大。

综上所述，本项目固体放射性废物收集和贮存措施基本满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

（4）臭氧、氮氧化物等废气

考虑SPECT/CT射线能量低，电离产生的臭氧和氮氧化物浓度非常低，且臭氧可自然分解为氧气，机房内设置有机机械通排风系统，通风情况较好，废气经通排风系统于西区医疗保健中心病房B区楼顶排放，经自然分解，对周围环境影响较小。

11.3 辐射事故影响分析和防范措施

11.3.1 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。

11.3.2 事故等级分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据原国家环保总局2006年145号《辐射事故分级》规定，“一般辐射事故：是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超

过年剂量限值的照射。”如管理不当本项目可能会发生以上两种事故，事故等级为一般辐射事故。

11.3.3 核医学科辐射事故影响分析

11.3.3.1 可能发生的事故

本项目主要考虑电离辐射损伤和药物失控对环境的影响。

①SPECT/CT机房门灯联锁装置发生故障时，人员误入正在运行的射线装置机房，对人员造成误照射。

②由于工作人员操作不熟练或违反放射操作规程或误操作等其他原因致使放射性药物撒漏，造成意外照射和辐射污染。

③由于未锁好核医学科进出口的大门或取用药物后未及时锁好防护门或保险柜等药物保管工作不到位致使放射性药剂丢失，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

11.3.3.2 核医学科工作场所防范措施

（1）制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少药物撒漏事故的发生。若少量放射性物质洒漏，应迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。若大量放射性物质洒漏，医院应立即封锁相关场所，并向上级有关部门报告，等待专业人员前来处理。事故处理结束后，使用表面污染检测仪对洒漏放射性液体的区域进行表面污染监测，符合国家相关标准后，结束应急状态。事后及时总结经验，形成纸质报告并存档。

（2）制定和完善放射性核素安全管理制度，设专人负责，做好核素的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。放射性源库设置防盗门及报警装置等设施，做好防火防盗工作。

当发生放射性药物丢失事故时，事故发现者应立即报告医院辐射事故应急指挥领导小组，保护现场。领导小组立即启动本单位辐射事故应急预案，疏散现场无关人员，设置警戒区及警告标志；向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告，在2小时内填写《辐射事故初始报告单》；协助公安、生态环境和卫生主管部门对丢失放射性药物进行侦查和追缴，力争在最短时间内将放射性物品找回。

（3）加强对有药患者的管理，在不影响诊断和治疗的情况下，限制其服药量，限

制患者出院时的放射性药物携带量，并对出院的有药患者提供与他人接触时的辐射防护措施的书而指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公众场所活动，避免与家人近距离密切接触。

（4）加强放射性废物的管理，对储存的放射性废物在废物桶外标明放射性废物类型、核素种类和存放日期的说明，并做好相应的记录。放射性废水和固体废物经足够长的时间衰变后，方可排放或按照医疗废物（废活性炭作为危险废物）处置，并做好监测记录。

（5）核医学科个人防护用品主要包括工作服、工作鞋、帽等基本防护用品，以及铅橡胶围裙、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品。工作人员进入控制区必须穿戴放射防护用品，个人计量仪佩戴于铅橡胶围裙内部左胸前。在进行分装及注射放射性药物时穿铅橡胶围裙、戴口罩、手套，必要时戴防护眼镜。尽量利用长柄钳、镊子等工具操作，增加与放射性药物的距离。为患者注射放射性药物时，工作人员手部有一定受照量，操作者应使用注射器屏蔽装置。科主任负责个人防护用品使用方法培训及个人防护用品的存放、更新工作。

（6）严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如果控制区各房间辐射水平监测结果表明防护墙外辐射水平偏高，应适当增加防护墙厚度。

（7）SPECT/CT机房及SPECT/CT注射室、注射后候诊室、抢救室、留观室等拟安装高清探头、并设对讲系统。

11.3.3.3 应急处置措施

发生事故时，采取的应急处理措施如下：

（1）由于操作不慎，有少量的液态药物溅洒。发生这种事故应迅速用吸附衬垫吸干溅洒的液体，以防止污染扩散。然后用备用的塑料袋装清洗过程中产生的污染物品和湿的药棉、纸巾，从溅洒处移去垫子，用药棉或纸巾擦抹，应注意从污染区的边沿向中心擦抹，直到擦干污染区。最后用表面沾污仪测量污染区，如果 β 表面污染大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到解控标准，这时应用酒精浸湿药棉或纸巾擦拭，直到该污染区表面污染小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 为止。若大量放射性物质洒漏，医院应立即封锁相关场所，并向上级有关部门报告，等待专业人员前来处理。事故处理结束后，使用表面污染检测仪器对洒

漏放射性液体的区域进行表面污染监测，符合国家相关标准后，结束应急状态。事后及时总结经验，形成纸质报告并存档。处理药物洒漏的擦拭物收集放到固体放射性废弃物衰变箱中，作为固体放射性废物进行管理。

（2）因不慎造成放射性核素污染了地面或台面时，应先用吸收滤纸将其吸干，以防扩散，并立即标记污染范围，注明放射性核素名称、日期。根据污染程度及时报告上级领导和有关部门。人体溅污放射性核素时，应先用吸水纸吸干体表，避免污染面积扩大。之后根据不同核素分别去污。

（3）若发生放射性药物丢失、被盗，应第一时间将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生等）主管部门；分析确定丢失、被盗事故的具体时间及原因，向相关部门提供信息，根据有关线索，组织人员协同相关部门查找丢失、被盗放射性同位素，在查找过程中携带辐射监测仪器，防止事故处理人员受到照射；对放射性同位素丢失前存放场所进行监测，根据现场辐射剂量率的大小确定是否受污染。如现场受到污染出现辐射剂量率异常情况，根据辐射剂量率大小划定警戒线，撤离警戒区域内的所有人员，事故处理人员应穿戴防护用品，佩戴个人剂量计进入事故现场。

（4）放射性废物处置或管理不当造成污染时，立即划定警戒区，并设置放射性污染标识，限制无关人员靠近，由专业人员处理，经监测满足解控要求后再解除警戒。

11.3.4 机房的安全保卫措施

为确保项目各辐射工作场所的安全，医院拟采用的安全保卫措施如下：

（1）防火措施：各机房四周为实体结构墙体隔断，机房周围均没有易燃、易爆、腐蚀性等其他一切物品。

（2）防水措施：机房四周墙体防水性强，防水设计施工由专业施工队伍进行施工，对容易造成局部损坏的薄弱部位设置增强层。

（3）防盗措施：各辐射工作场所拟安装摄像头，和医院保卫科监控系统连接起来，且有保安人员24h 巡逻和值班。

（4）防丢失和破坏措施：各辐射工作场所纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏。

（5）防射线泄漏措施：本项目机房由具有资质的单位设计、经计算满足环保要求。

综上，本项目各辐射工作场所的防火、防水、防盗、防丢失和防破坏以及防射线泄漏六防措施可行。

11.3.5 辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，医院已制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练，及时整改。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。

医院在落实本次环评提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

表12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

医院已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，结合卫生、生态环境等行政主管部门的规章制度，成立了辐射安全领导小组，落实安全责任制度，并明确了相关成员名单及职责，运行过程中应根据人事变动及时更新。目前组成人员如下：

组 长：张 伟

副组长：李延辉 郭健飞 刘志军 肖以磊

成 员：范书山 李子民 张利勇 范存士 孙少亮 李彩义 赵庆华

周爱霞 钟 克 胡付水 陈 菲 常玉峰 高笑娜 唐 田

盛延兴 周振虎 刘大亮 刘琛志 夏春鹏 赵 伟 曲爱君

刘 琨 马建中 赵国丽 杨丽红 刘谊江 王宝中 亓立峰

张 锋 高冬梅

专职人员：郝晓慧 张栋青（兼任辐射防护专职负责人）

办公室设在公共卫生处，范书山任办公室主任（兼）。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）职业健康检查

本项目辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托有相关资质的单位对辐射工作人员进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。医院现有辐射工作人员均已定期进行职业健康检查，已建立职业健康档案。

（2）辐射工作人员培训

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，应及时组织从事使用非密封放射性物质操作的辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训学习并考核合格，

并按时接受再培训。仅从事Ⅲ类射线装置操作的辐射工作人员应参加医院自行组织的辐射安全与防护考核，并取得合格成绩，并建立成绩档案。

医院拥有较稳定的放射诊疗技术队伍，本项目的辐射工作人员均已参加山东省辐射安全与防护培训学习或在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格，成绩均在有效期内。本项目沿用原有辐射工作人员，无新增人员，建议医院加强辐射工作人员培训管理，按要求确保辐射工作人员按时接受再培训。

(3) 个人剂量检测

医院辐射工作人员均配备个人剂量计，按期（一般为30天，最长不超过90天）委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，根据2025年第二季度~2026年第一季度（4个检测周期）的个人剂量检测统计结果显示，全院现有辐射工作人员均未出现季度剂量超过1.25mSv和年度剂量超过5mSv的现象。个人剂量检测结果见附件6。

12.1.3年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用放射性同位素的单位，应当对本单位放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。年度评估报告应当包括：放射性同位素与射线装置台账、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。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。本项目建成后，将本项目辐射工作场所纳入现有辐射安全与状况评估。

12.2 辐射安全管理规章制度

为了保护辐射工作人员、公众及环境的安全，促进辐射实践的正当性，辐射防护的最优化，规范工作人员的操作规程，根据相关法律法规、规范的要求，聊城市人民医院已制定了辐射安全与防护管理制度、操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、人员培训制度、台账管理制度、突发辐射事故应急预案等管理规章制度。

建设单位已制定的辐射防护相关环境管理办法与制度，内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。针对本项目SPECT/CT显像诊断，在本项目建设后，建设单位应根据本项目的特点，制定以下

方面的管理制度，以保证核医学科诊疗工作安全有序开展。

（1）操作规程：根据本项目特点制定核医学科SPETCT/CT设备的操作规程，明确操作人员的权限以及操作时必须采取的防护措施，明确工作中的控制措施以及操作程序等。

（2）岗位职责：明确辐射工作人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

（3）辐射防护和安全保卫制度：根据各科室的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是：定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换；工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护。便携式 X- γ 射线巡测仪和表面污染监测仪必须保持良好工作状态。

（4）设备检修维护制度：明确监控设备以及监测仪器在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，剂量报警仪和监测仪器必须保持良好工作状态。

（5）台账管理制度：医院应当建立放射性核素、放射源与射线装置台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间和活度、标号、编码、来源和去向，及射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。

（6）放射性“三废”管理制度：明确医院运营过程中产生的放射性“三废”，明确放射性“三废”的收集、处理、处置等事项。

（7）应急预案：对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应该配置与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。根据以上要求，本项目辐射工作场所辐射仪器配置情况详见表12-1。

表12-1 本项目辐射工作场所辐射监测仪器配置情况

工作场所	监测仪器	配置情况说明	备注
核医学科	便携式X- γ 射线巡测仪	配置1台	依托现有

	表面污染监测仪	配置1台	依托现有
	个人剂量报警仪	配置4台	依托现有

本项目运行期主要污染物为X- γ 射线、 α 表面污染、 β 表面污染等，根据项目特点，医院已配备上述监测仪器，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对监测仪器的配置要求。

12.3.2 监测计划

(1) 年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的周围剂量当量率进行监测，监测周期为1次/年。

(2) 日常自行监测

定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

(3) 监测内容和要求

监测依据：《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

监测内容：周围剂量当量率、 β 表面放射性污染、放射性废水总 β 和总 α 、放射性固废、个人剂量当量。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。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。

监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

表12-2 辐射工作场所监测计划建议

工作场所	监测内容	监测点位	自行监测	委托监测
核医学科	周围剂量当量率	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	1次/月	1次/年
	β 表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）	1次/年

	放射性废水总 β 、总 α	衰变池排放口	排放前（首次排放委托有资质的单位监测，后续排放前自行监测）	1次/年
	放射性固废表面剂量率，表面污染水平	放射性固废暂存间（每袋废物表面剂量率处于本底水平后排放）	排放前	1次/年
个人剂量监测	个人剂量当量	每个辐射工作人员配备的个人剂量计	/	至少1次/3个月

12.4 竣工环境保护验收

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。

12.5 辐射事故应急

根据国务院令449号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院按照对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。医院应针对本项目建设内容，更新现有辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （一）应急机构和职责分工；
- （二）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （三）辐射事故分级与应急响应措施；
- （四）辐射事故调查、报告和处理程序。

一旦发生辐射事故，医院应根据国家规定立即启动应急预案，采取必要的防范措施，

并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委报告，并及时组织专业技术人员排除事故；配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

经跟医院核实，医院开展放射性诊疗多年，未曾发生过辐射安全事故。医院应当根据以上要求，更新完善应急预案相关内容，在今后预案实施过程中，应根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1项目概况

聊城市人民医院位于山东省聊城市东昌府区东昌西路67号。医院现持有《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[15040]，准予使用Ⅲ类、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，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2027年2月23日。随着医院的发展及当地医疗服务需求的增长，现医院拟完成核医学科场所后续改造并投入使用。同时因医疗技术的发展，现阶段配置使用的ECT/CT及相关放射性同位素已完全无法满足核医学科的使用需求，根据医院发展规划，拟配置1台SPECT/CT（型号为：NM/CT 860，最大管电压140kV，最大管电流100mA），拟使用的非密封型放射性核素为 ^{99m}Tc 。计划日最大诊断规模为40人，每人最大用量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ （20mCi），则 ^{99m}Tc 实际日最大操作量为 $2.96 \times 10^{10} \text{Bq}$ 。本项目为乙级非密封放射性物质工作场所。

根据重新规划开展的诊疗内容，医院拟将西区医疗保健中心病房B区一层原核医学科场所进行改建，原核医学科场所主要包括PET/CT机房及其控制室、ECT/CT机房及其控制室、高活室、卫生间、候诊室、治疗室等功能用房，同时核医学科建设有卫生通过间、更衣室、医护卫生间、值班室等附属用房，其中患者通道、高活室及候诊室为PET/CT及ECT/CT共用。

本项目改建内容包括将现有核医学科场所内原ECT/CT机房及其控制室改建成SPECT/CT机房及其控制室，原数字胃肠机室、乳腺X光室及配套附属用房及乳腺诊察室等合并改造为卫生间、清洗间、注射后候诊室、负荷室、抢救室、储源室、留观室、放射性固废暂存间等，将原ECT/CT机房北侧患者防护门移至南侧，原共用区域不再使用，原有PET/CT机房及配套附属用房等区域保持不变。

13.1.2辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目核医学科辐射工作场所设计了满足防护要求的实体屏蔽，能够有效减少X

射线和 γ 射线等的辐射影响。核医学科拟配备专用通风橱、放射药物专用注射窗，放射性核素操作人员拟配备铅防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品；核医学科SPECT/CT工作场所拟设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯、对讲及监控设施，配有表面污染仪、个人剂量报警仪等监测设备；设置有满足要求的并联衰变池组、放射性固废收集铅桶、放射性废气专用排风管线及活性炭吸附装置。本项目核医学科各屏蔽防护墙及防护门的屏蔽防护设计，室内表面及装备结构设计均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的相关要求。

在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

（2）辐射安全管理结论

聊城市人民医院设立了专门的辐射安全领导小组，全面负责医院的辐射安全管理等相关工作；医院已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，应根据本单位项目开展的情况，按照本环评提出的要求不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行。医院已对辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

根据本报告表11章节对本项目运行过程中，对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求，在运行过程中对辐射工作人员和周围环境中公众的辐射影响均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关标准要求，同时满足本报告提出的剂量约束值的要求，即工作人员受照剂量不超过5mSv/a，公众受照剂量不超过0.1mSv/a。

（2）“三废”影响分析

本项目核医学科产生的放射性废水排入西区医疗保健中心病房楼北侧衰变池组中，待暂存时间超过30天后经监测达标排放至医院污水处理站，处理达标后纳入市政污水管网，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中对放射性废水的

处理要求，不会对周围环境产生污染。

本项目核医学科废气排放口产生的废活性炭以及核医学科产生的其他受放射性污染的物品作为固体放射性废物，在放射性固废暂存间集中储存衰变，放射性固体废物暂存一定时间，经监测满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求后，作为医疗废物处理，不会对周围环境产生污染。

本项目核医学科产生的放射性废气采用独立的排风管道及风机抽吸至楼顶排出，排气口设置于西区医疗保健中心病房楼楼顶（该处上方无建筑且远离主楼），在排放前设有活性炭净化过滤装置吸附处理设施，更换下来的废活性炭按放射性固体废物处置。核医学科内各场所均设置机械排风装置，总共2套排风系统：通风橱采用1套独立排风系统，核医学其他区域使用另一套排风系统，风向由低活度区流向高活度区，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求，对周围环境影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策分析结论

本项目为核技术在医学领域内的运用，属《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“第一类 鼓励类、第十三项“医药”中第4条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”项目，符合国家现行产业政策。

（2）实践正当性分析结论

医院实施本项目目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

（3）相关规划及选址合理性分析结论

聊城市人民医院位于聊城市东昌府区东昌西路67号，医院所在位置规划为医疗卫生用地。项目位于医院现有院区内，衰变池位于核医学科内，不涉及新增用地，周围

无环境制约因素。本项目SPECT/CT机房周围50m评价范围内无居民区、学校等环境保护目标，因此项目选址合理。

综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范性文件，切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 承诺和建议

11.2.1承诺

1.严格执行辐射监测计划，发现问题及时处理，定期检查机房的辐射安全防护装置及措施，确保正常工作，避免无关人员误入机房。

2.做好辐射工作人员再培训，建立健全辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

3.按照辐射事故应急方案和报告制度的要求，定期进行熟练演习。

11.2.2建议

1、进一步建立健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

2、医院应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善。

3、工作场所辐射工作人员在工作过程中须做好个人辐射防护，尽量降低受照剂量。

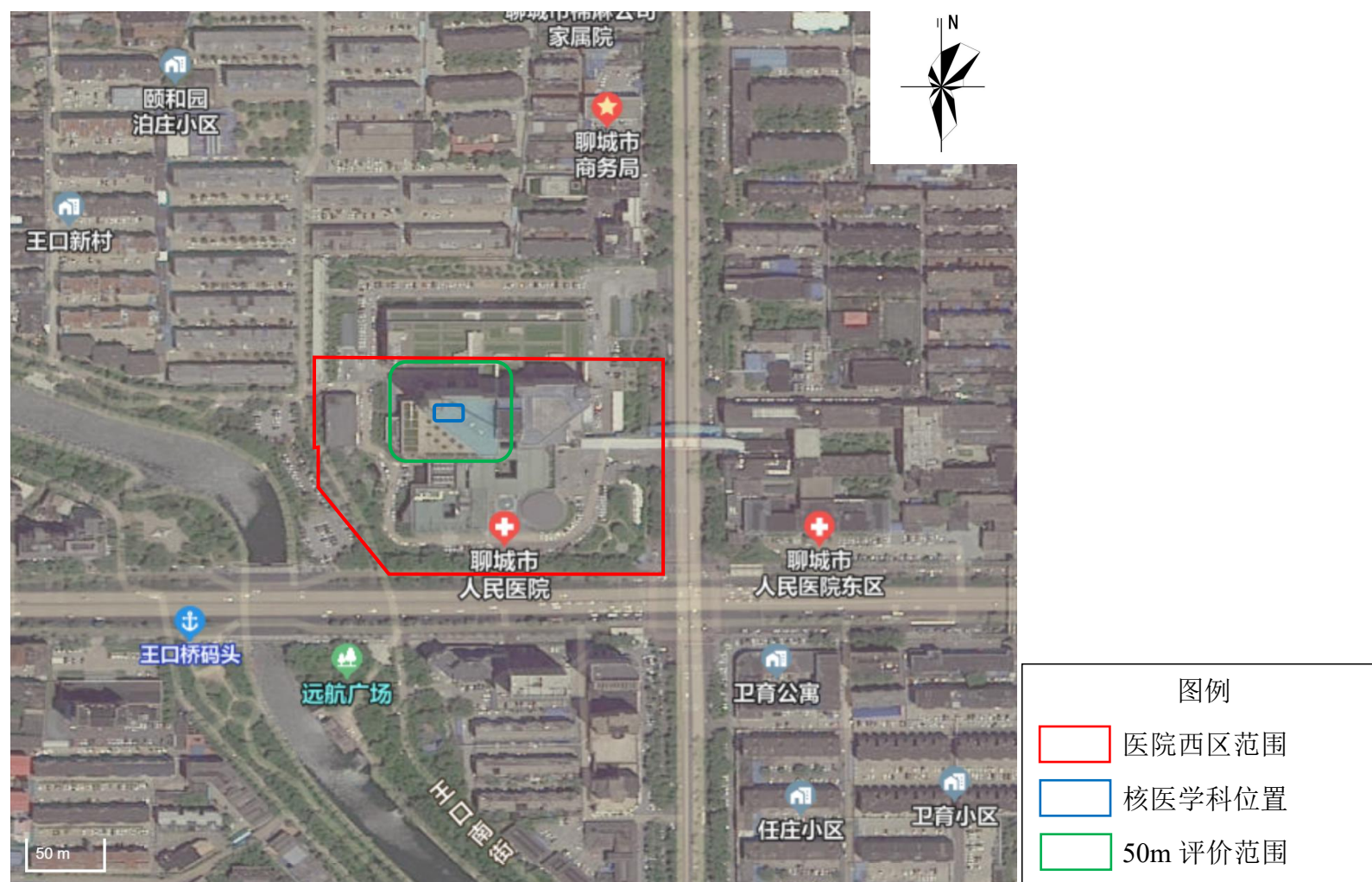
4、及时申请辐射安全许可证变更。

5、若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，应及时向环保部门汇报，经同意后方可继续建设或运行。

6、项目建成后，应按照国家最新验收要求开展竣工环境保护验收。

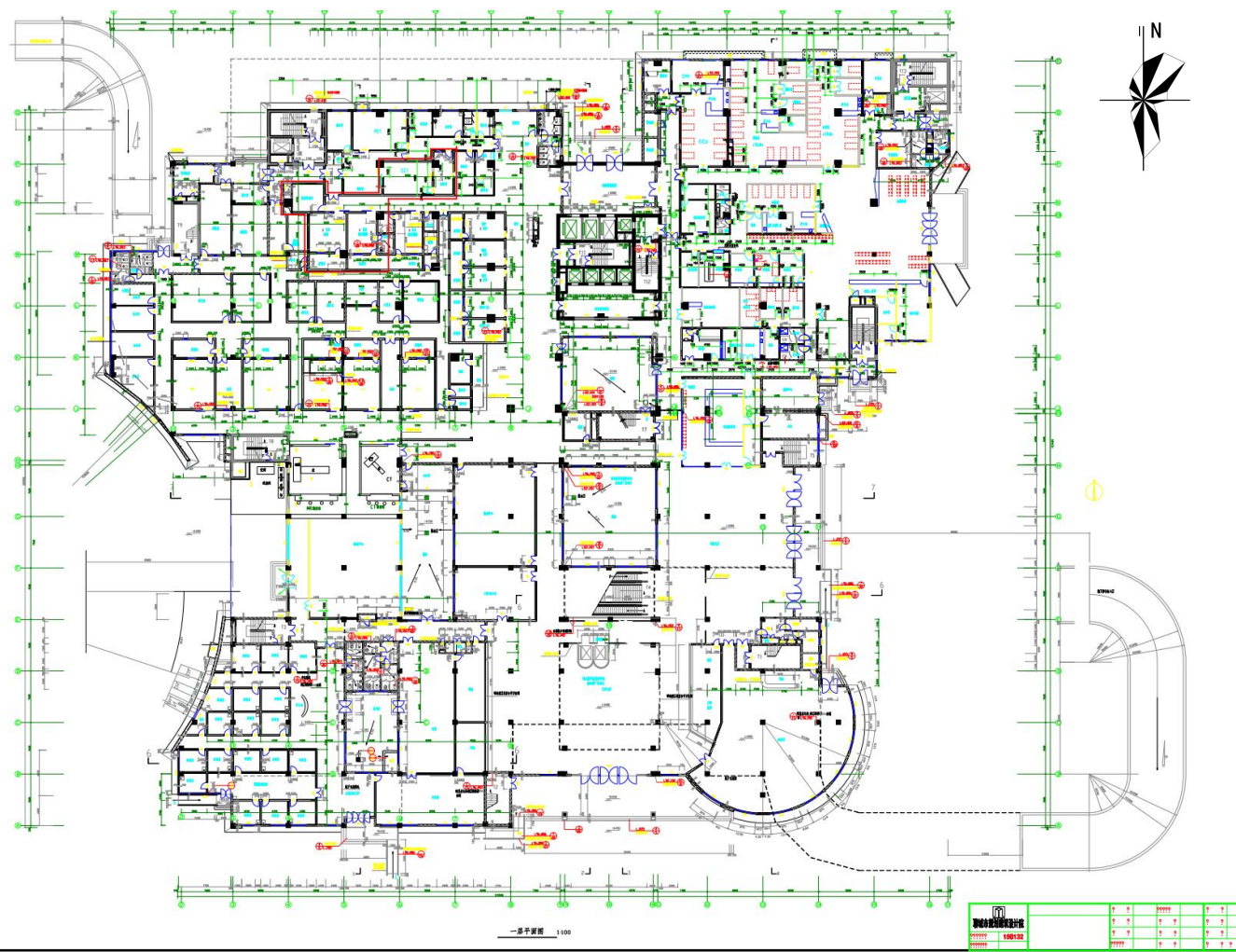
表14 审批

下一级生态环境部门预审意见：			
经办人：		公章	
		年	月 日
审批意见：			
经办人：		公章	
		年	月 日



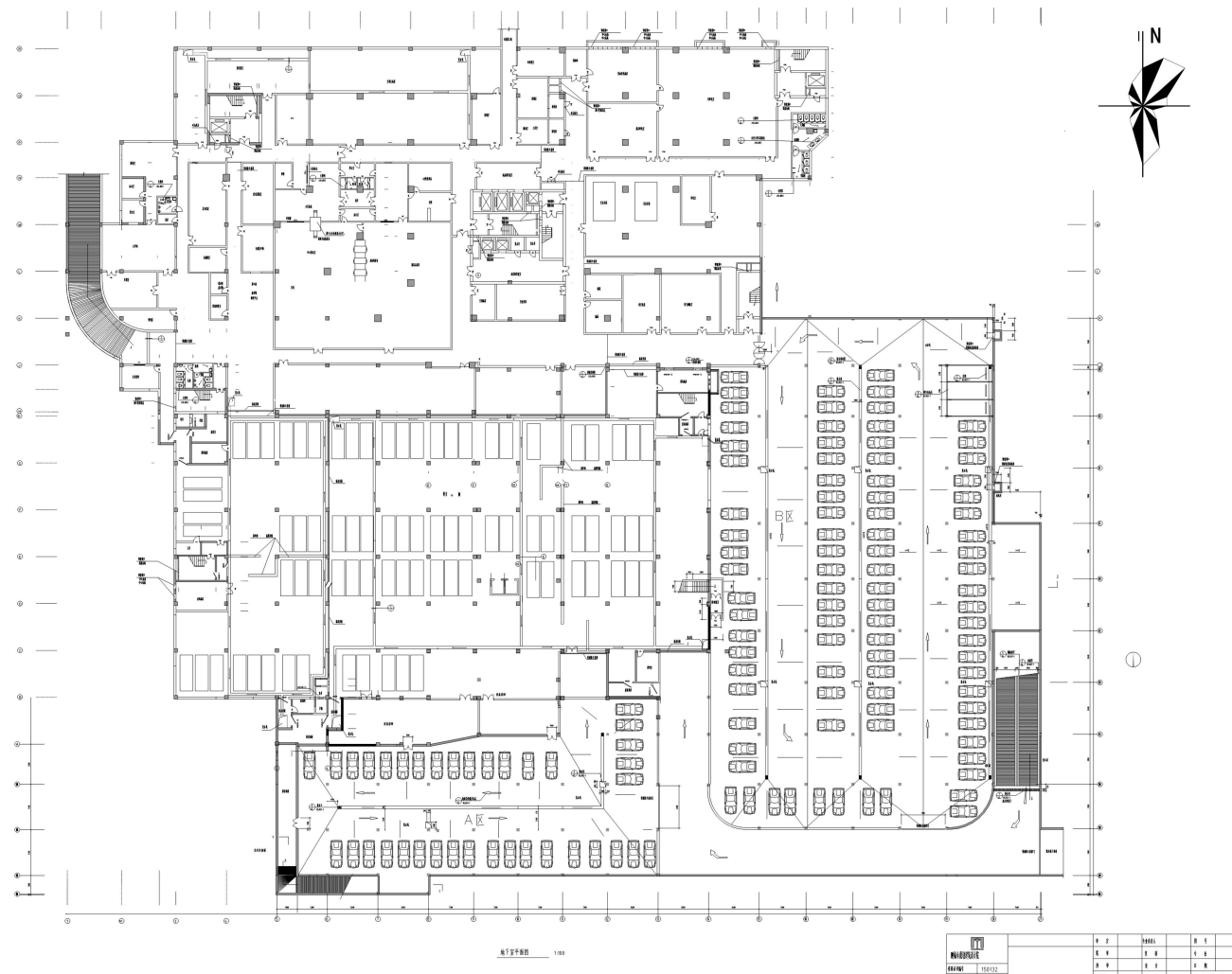
附图2 项目周边环境影像图

附图-2



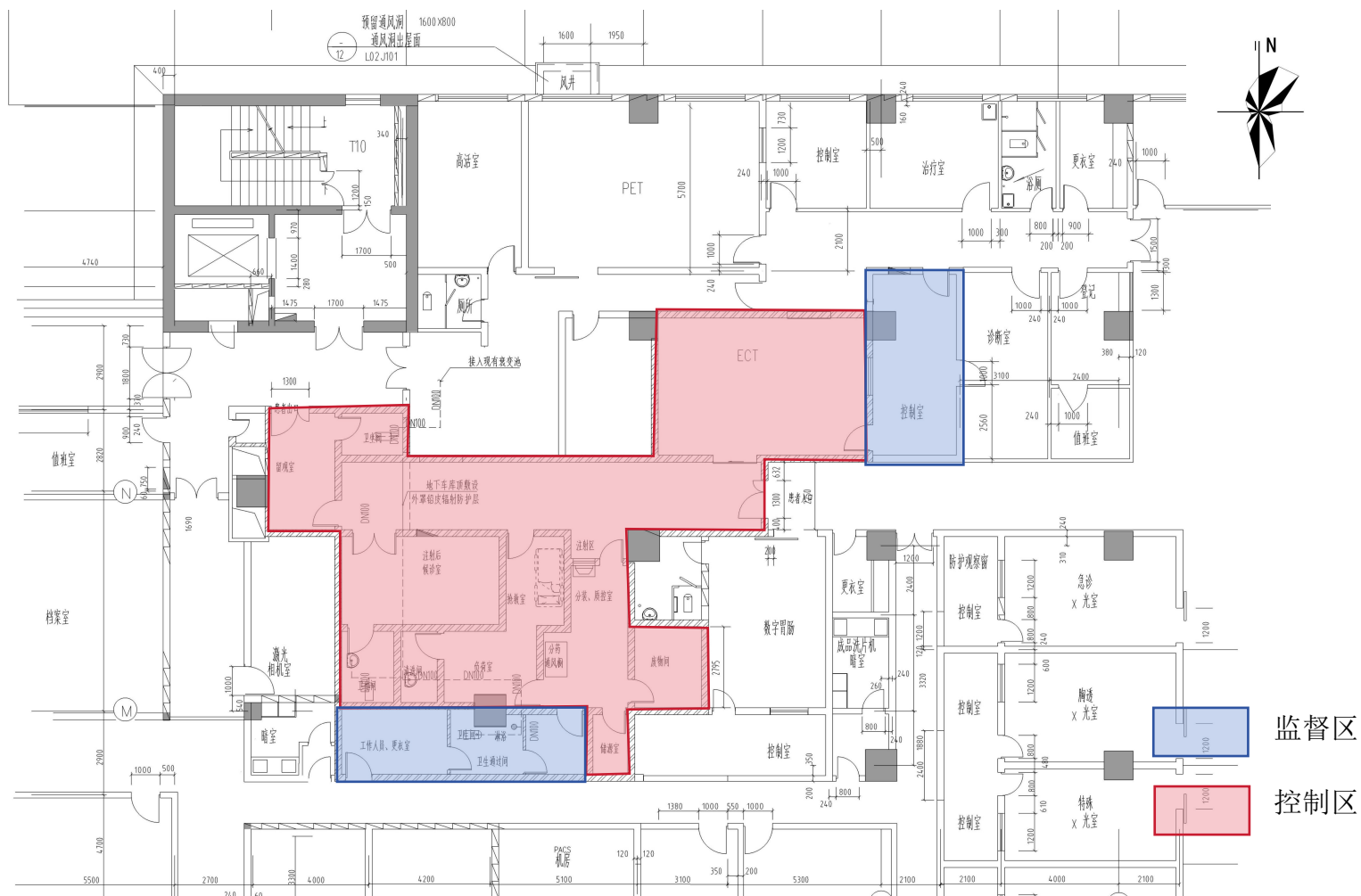
附图3-1 项目一层平面布置图

附图-3



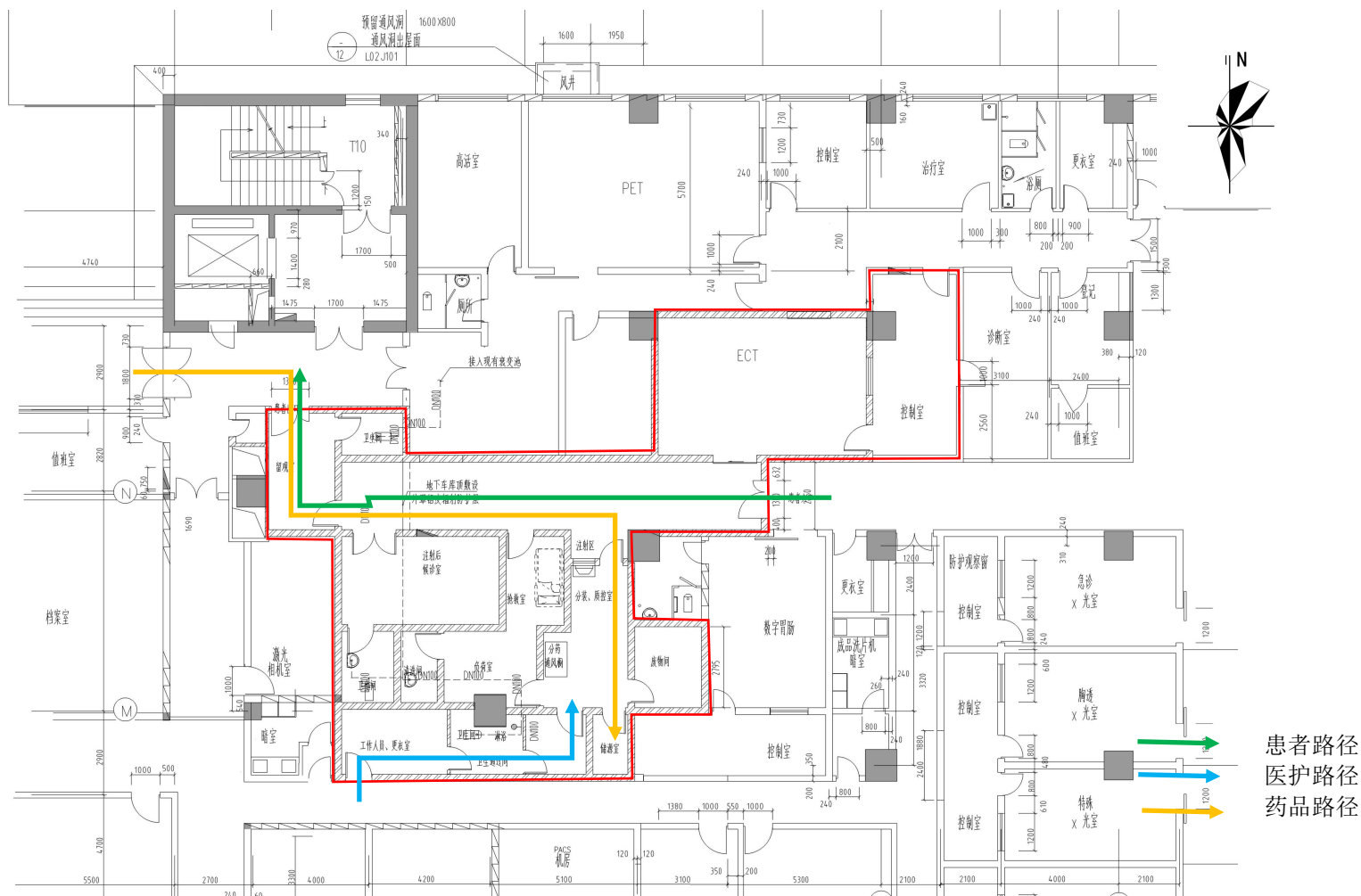
附图3-3 项目地下一层平面布置图

附图-5



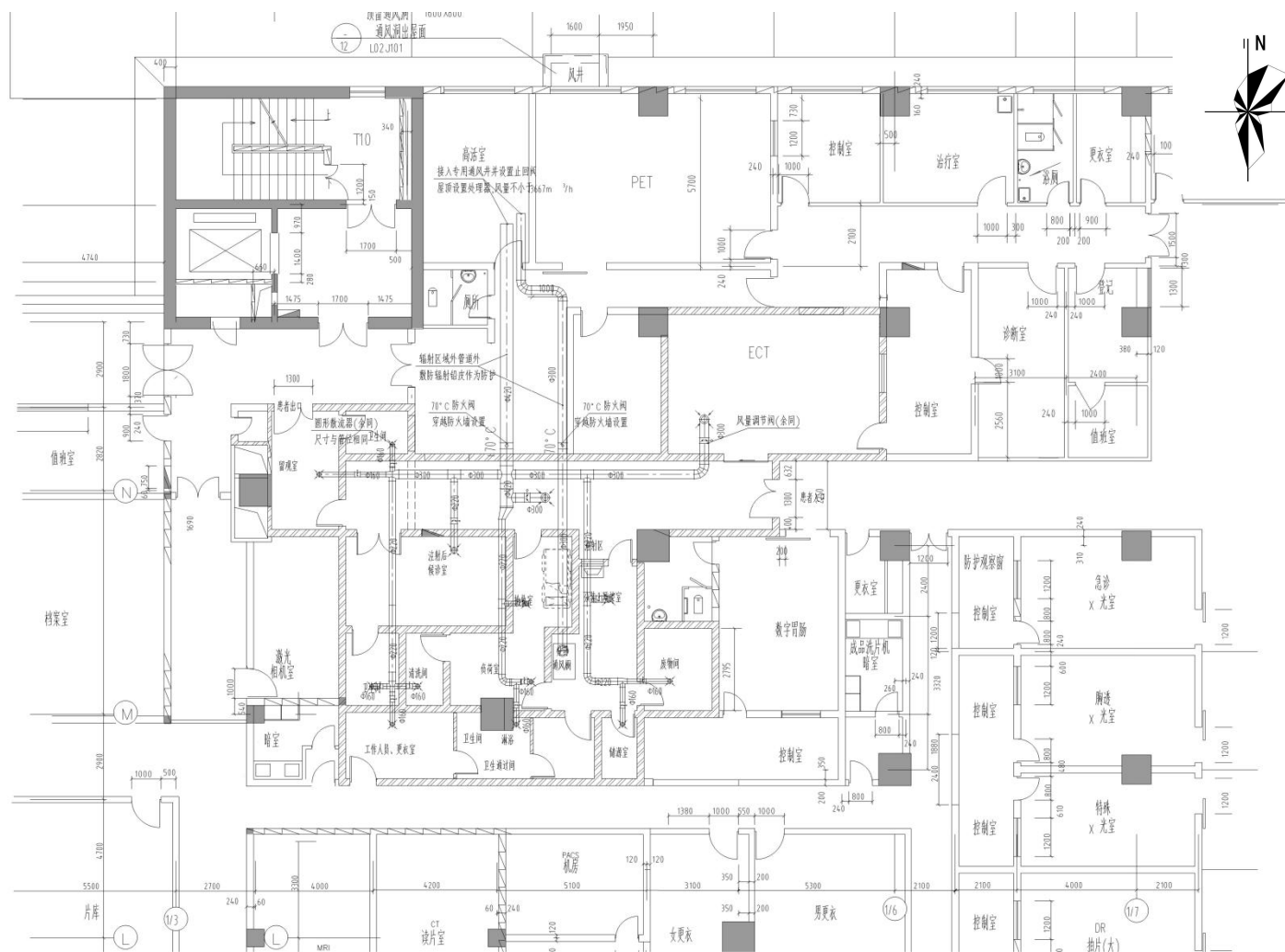
附图4 核医学科放射性工作场所分区示意图

附图-6



附图 5 核医学科人流、物流路径示意图

附图-7

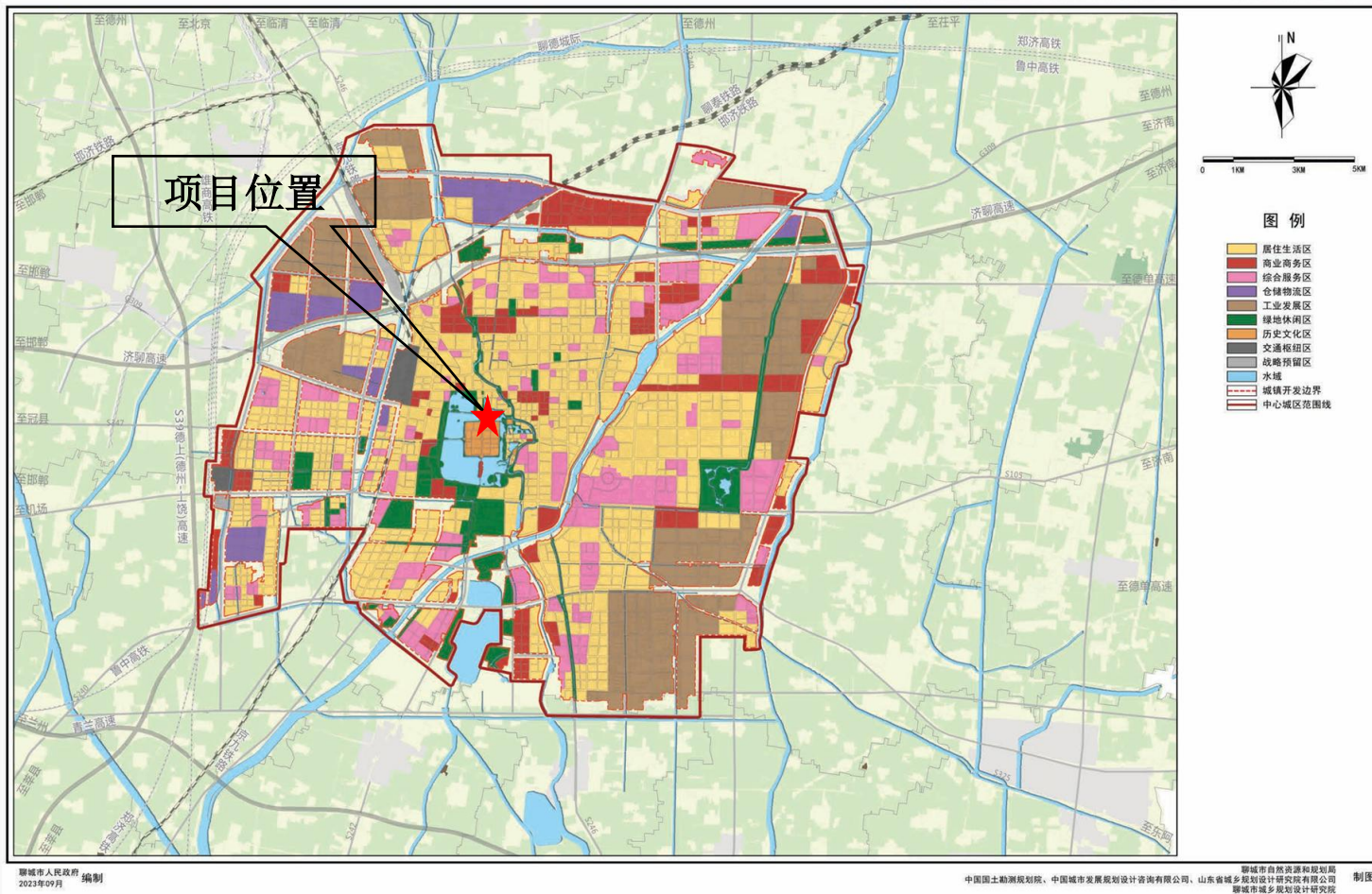


附图 6 核医学科排放管道布置示意图

附图-8

聊城市国土空间总体规划（2021-2035年）

中心城区国土空间规划分区图——东昌府主城区



附图 8 项目与《聊城市国土空间总体规划(2021-2035 年)》中心城区国土空间规划分区图相对位置

委托书

山东杰创安全检测有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和当地环保部门的要求，我单位聊城市人民医院核医学工作场所改扩建项目需进行环境影响评价，今委托贵单位承担该项目的环境影响评价任务，编写环境影响评价报告表，请尽快组织实施。

聊城市人民医院

2026 年 5 月

附件2 辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：聊城市人民医院

统一社会信用代码：1237150049502066XG

地址：山东省聊城市东昌西路67号

法定代表人：张伟

证书编号：鲁环辐证[15040]

种类和范围：使用Ⅲ类、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，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年02月23日



发证机关：山东省生态环境厅

发证日期：2026年05月06日



中华人民共和国生态环境部监制



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院		
统一社会信用代码	1237150049502066XG		
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号		
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式 0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	二分院放射科（第二分院一楼放射科）	山东省聊城市东昌府区东昌东路 38 号	张林
	门诊影像科（群楼门诊一楼）	山东省聊城市高新区湖南路与中华路交叉口	刘谊江
	东区 CT 室（东区查体中心楼一楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	急诊 DSA 室（医师培训楼一楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	急诊 CT 室（医师培训楼一楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	东区手术室（妇产科病房楼五楼手术室）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
证书编号	鲁环辐证[15040]		
有效期至	2027 年 02 月 23 日		
发证机关	山东省生态环境厅		
发证日期	2026 年 05 月 06 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院		
统一社会信用代码	1237150049502066XG		
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号		
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式 0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	Sr-90 敷贴治疗室 (东区肿瘤综合治疗楼一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	西区放射科 (西区医疗保健中心一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	核医学科 PET 中心 (西区医疗保健中心一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
	核医学科东区 ECT 室 (东区肿瘤综合治疗楼一楼南侧)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋
证书编号	鲁环辐证[15040]		
有效期至	2027 年 02 月 23 日		
发证机关	山东省生态环境厅		
发证日期	2026 年 05 月 06 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院			
统一社会信用代码	1237150049502066XG			
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号			
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式	0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	输血科 (西区医 疗保健中 心三楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	核医学科 病区(东 区肿瘤综 合楼二 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	口腔放射 科(东区 查体中心 楼一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	体外碎石 室(医师 培训楼四 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	CT 室 (西区医 疗保健中 心一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	病区放射 科(西区 医疗保健 中心一 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
证书编号	鲁环辐证[15040]			
有效期至	2027 年 02 月 23 日			
发证机关	山东省生态环境厅			
发证日期	2026 年 05 月 06 日			





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院			
统一社会信用代码	1237150049502066XG			
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号			
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式	0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	核医学科 ECT 室 (西区医 疗保健中 心一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
	西区手术 室(西区 医疗保健 中心三 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
	消化内镜 室(医师 培训楼三 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
	急诊放射 科(医师 培训楼一 楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
	东区放射 科(东区 查体中心 楼一楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
	放疗中心 (东区肿 瘤综合治 疗楼)	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号	常玉锋	
证书编号	鲁环辐证[15040]			
有效期至	2027 年 02 月 23 日			
发证机关	山东省生态环境厅			
发证日期	2026 年 05 月 06 日			

山东省生态环境厅
行政审批专用章
(盖章)



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院			
统一社会信用代码	1237150049502066XG			
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号			
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式	0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	介入放射科（东区妇科儿科连廊楼五楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	心导管室（西区医疗保健中心三楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	发热门诊 CT 室（东区发热门诊楼一楼）	山东省聊城市东昌府区东昌西路 67 号		常玉锋
	民生院区影像科（门诊楼一楼）	山东省聊城市度假区度假区端庄路南、和源路东		张林
	龙湾分院放射科（龙湾分院一楼）	山东省聊城市东昌府区新东方龙湾东门		张林
	脑科医院介入中心（高压氧介入治疗楼一楼）	山东省聊城市经济技术开发区华山路 45 号		刘谊江
证书编号	鲁环辐证[15040]			
有效期至	2027 年 02 月 23 日			
发证机关	山东省生态环境厅			
发证日期	2026 年 05 月 06 日			





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院		
统一社会信用代码	1237150049502066XG		
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号		
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式 0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	脑科医院影像科 (门诊神外楼一楼)	山东省聊城市经济技术开发区华山 路 45 号	刘谊江
	脑科医院手术室(神 经外科楼二楼)	山东省聊城市经济技术开发区华山 路 45 号	刘谊江
	脑科医院急诊科移 动 CT 车 (门诊楼一楼)	山东省聊城市经济技术开发区华山 路 45 号	刘谊江
	北院区放射科(医 院北院区负一楼)	山东省聊城市东昌府区建设西路 18 号	赵永杰
	香江分院放射科 (香江分 院一楼)	山东省聊城市东昌府区建设西路 79 号	张林
	湖北社区放射科 (湖北社 区一楼)	山东省聊城市东昌府区兴华路向阳 路口西 300 米	张林
证书编号	鲁环辐证[15040]		
有效期至	2027 年 02 月 23 日		
发证机关	山东省生态环境厅		
发证日期	2026 年 05 月 06 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	聊城市人民医院			
统一社会信用代码	1237150049502066XG			
地 址	山东省聊城市东昌西路 67 号			
法定代表人	姓 名	张伟	联系方式	0635-8276110
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	门诊影像科（门诊综合楼二楼西北侧）	山东省聊城市经济技术开发区物流园区锦园路与华通路交叉口		孔敬博
	康复医院放射科（康复医院三楼）	山东省聊城市东昌府区卫育路 78 号		张林
证书编号	鲁环辐证[15040]			
有效期至	2027 年 02 月 23 日			
发证机关	山东省生态环境厅			
发证日期	2026 年 05 月 06 日			



山东省生态环境厅
行政审批专用章
(盖章)





(一) 放射源

证书编号：鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可)× 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
1	Sr-90 敷贴治疗室 (东区肿瘤综合治疗楼一 楼)	Sr-90	V类	使用	1.48E+12*1	RU24SR00 0905	1.48E+9	2024-12-06	Sr90.69. 24	敷贴器	香港		
2	放疗中心 (东区肿瘤综合治疗楼)	Ir-192	III类	使用	3.7E+11*1	0325IR0194 03	3.7E+11	2025-12-05	2526145	后装治疗机	山东众鑫医疗 科技有限公司		
3	核医学科 ECT室	Ge-68	V类	使用	3.5E+6*1								
4	(西区医疗保健中心一 楼)	Ge-68	V类	使用	1.85E+7*1	TR25GE00 1025	1.85E+7	2025-03-25	2021-25-02	刻度/校准源	山东核奥医疗 科技有限公司		



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围											备注	
序号	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门	
1	核医学科 ECT室 (西区医疗保健中心一楼)	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性 药物诊断	7.4E+9	7.4E+7	1.11E+12			
2	核医学科 PET中心 (西区医疗保健中心一楼)	乙级	F-18	液态	使用	放射性 药物诊断	7.4E+9	7.4E+7	1.48E+12			
3	核医学科 病区(东区肿瘤综合楼二楼)	乙级	I-131	液态	使用	放射性 药物治疗	2.96E+10	2.96E+9	2.22E+12			
4			I-125(粒子源)	固态	使用	放射性 药物治疗	8.88E+10	8.88E+7	4.44E+11			
5			C-11	液态	使用	放射性 药物诊断	7.4E+8	7.4E+6	8.88E+10			



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围							备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
						断					
6			N-13	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.7E+8	3.7E+6	4.44E+10		
7			I-125	液态	使用	放射性 药物诊 断	5.20E+7	5.20E+6	6.24E+8		
8			Sr-89	液态	使用	放射性 药物治 疗	5.92E+8	5.92E+7	1.48E+10		
9			P-32	液态	使用	放射性 药物治 疗	5.55E+8	5.55E+7	5.55E+9		
10	核医学科 东区 ECT 室（东区 肿瘤综合 治疗楼一 楼南侧）	乙级	Tc- 99m	液态	使用	放射性 药物诊 断	3.33E+9	3.33E+7	5.55E+12		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	CT室 (西区医疗保健中心一楼)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	6	X射线计算机体层摄影设备	Spectral CT	397154	管电压 140 kV 管电流 1000 mA	飞利浦医疗(苏州)有限公司		
						CT	Brilliance 64	95099	管电压 140 kV 管电流 500 mA	荷兰飞利浦		
						CT	Revolution	444888CN2	管电压 140 kV 管电流 700 mA	美国 GE		
						CT	NeuViz 128	N128I180320 E	管电压 140 kV 管电流 667 mA	辽宁东软		
						CT	Brilliance iCT	100112	管电压 140 kV 管电流 1000 mA	荷兰飞利浦		
						CT	Incisive CT Power	10554	管电压 140 kV 管电流 667 mA	苏州飞利浦		
3	北院区放	口腔(牙	III	使用	1	口腔X光机	X-MIND	XU06812C	管电压 70	意大利蒂高		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
4	病区放射科(西区)医疗保健中心一楼)	科) X 射线装置	类	使用	7	移动 DR	DRX-Revolution	800303	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国锐珂		
						移动 DR	uDR370i	U2133	管电压 150 kV 管电流 400 mA	上海联影		
						移动 DR	DRX-Revolution	800201	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国锐珂		
						移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i Pro	432163	管电压 150 kV 管电流 560 mA	上海联影医疗科技股份有限公司		
						移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i Pro	432164	管电压 150 kV 管电流 560 mA	上海联影医疗科技股份有限公司		
						移动 DR	uDR370i	U2131	管电压 150 kV 管电流 400 mA	上海联影		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
5	东区CT室(东区查体中心楼一楼)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	移动DR	DRX-Revolution	800195	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国锐珂		
						CT	NeuViz Prime	N128E20003 3E	管电压 140 kV 管电流 833 mA	辽宁东软医疗		
6	东区放射科(东区查体中心楼一楼)	医用诊断X射线装置	III类	使用	2	骨密度仪	Lunar iDXA	200489	管电压 100 kV 管电流 25 mA	美国 GE		
						双能X射线骨密度仪	Lunar iDXA	A1SS2500020	管电压 100 kV 管电流 2.5 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
7		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字胃肠机	ICONOS R200	6252	管电压 150 kV 管电流 800 mA	德国西门子		
8		医用诊断X射线装置	III类	使用	2	DR	DRX-EVOLUTION	5016	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国锐珂		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围							使用台账			备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
						DR	DigitalDiagnost	10001057	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	德国飞利浦		
9	东区手术室(妇产科病房楼五楼手术室)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动C型臂X光机	Ziehm 8000	80964	管电压 110 kV 管电流 20 mA	德国奇目		
10	二分院放射科(第一二分院一楼放射科)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	DR3500	1073	管电压 140 kV 管电流 630 mA	美国锐柯		
11	发热门诊CT室(东区发热门诊一楼)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT	Emotion 16	80685	管电压 140 kV 管电流 500 mA	德国西门子		
12	放疗中心(东区肿瘤综合治	粒子能量小于100兆电子伏的医用	II类	使用	3	医用直线加速器	Clinac Trilogy	5775	粒子能量 10 MeV	美国瓦里安		
						医用直线加速器	precise	151381	粒子能量 15	瑞典医科达		



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[15040]

序号		活动种类和范围						使用台账			备注		
		辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	疗楼)	加速器					器			MeV			
							医用直线加速器	AXESSE	156516	粒子能量 15 MeV	英国医科达		
13		放射治疗模拟定位装置	III 类	使用	1		模拟定位机	Simulix-HQ	ML082731073	管电压 120 kV 管电流 630 mA	荷兰核通		
14		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1		CT	Discovery CT 590RT	E95512018	管电压 140 kV 管电流 800 mA	美国 GE		
15	核医学科 ECT 室 (西区医疗保健中心一楼)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1		ECT/CT	SYMBIA T2	1037	管电压 120 kV 管电流 300 mA	德国西门子		
16	核医学科 PET 中心 (西区医疗保健中心一楼)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1		PET/CT	Discovery Elite	12795PT1	管电压 140 kV 管电流 800 mA	美国 GE		



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[15040]

活动种类和范围										使用台账			备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门		
17	核医学科东区ECT室(东区肿瘤综合治疗楼一楼南侧)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	1425	管电压 130 kV 管电流 345 mA	美国西门子				
18	湖北社区放射科(湖北社区一楼)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	uDR560i	292067	管电压 150 kV 管电流 630 mA	上海联影				
19	急诊CT室(医师培训楼一楼)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT	NeuViz Epoch	N512EP2400 02EN	管电压 140 kV 管电流 833 mA	东软医疗系统股份有限公司				
20	急诊DSA室(医师培训楼一楼)	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	NeuAngio 43C	N43C230011	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	东软医疗系统股份有限公司				
21	急诊放射科(医师科)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	DRX-EVOLUTI	9031	管电压 150 kV 管电流	美国锐珂				



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[15040]

序号		活动种类和范围					使用台账				备注		
		辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
22	培训楼一 楼)							ON plus		630 mA			
		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	2	数字化透视摄 影 X 射线机	LUMINO S Impulse 虎魄	61154	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海西门子 医疗器械有 限公司			
23	介入放射 科(东区 妇科儿科 连廊楼五 楼)							Luminos Select	10107	管电压 150 kV 管电流 800 mA	德国西门子		
		血管造影用 X 射线装置	II类	使用	2	DSA	Artis Zee Celling	147293	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	德国西门子			
24	康复医院 放射科							Azurion7 M20	703691	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	德国飞利浦		
	(康复医 院三楼)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	uDR 560i	290024	管电压 150 kV 管电流 630 mA	上海联影			
25		医用 X 射 线计算机断 层扫描 (CT) 装 置	III 类	使用	1	CT	Brilliance 16	5649	管电压 140 kV 管电流 500 mA	飞利浦公司			



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围							使用台账				备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
26	口腔放射科（东院区）中心查体中心（楼一楼）	口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	4	口腔 X 光机	PLANME CA INTRA	63587	管电压 70 kV 管电流 8 mA	芬兰普兰梅卡		
						口腔曲面断层 X 光机	OC200D	106857	管电压 90 kV 管电流 10 mA	芬兰英迈杰		
						口腔 X 射线机	ORTHOP HOS XG 3D Ceph	650100	管电压 90 kV 管电流 15 mA	德国西诺德		
						口腔 CBCT	NewTom 5G version FP	5G16004	管电压 110 kV 管电流 20 mA	意大利赛福徕		
27	龙湾分院放射科（龙湾分院一楼）	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	DR	uDR 592h	282374	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海联影		
28	门诊影像科（门诊综合楼二楼西北侧）	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	DR	新东方 1000F1	Y22-420-8-8	管电压 150 kV 管电流 450 mA	北京万东医疗科技股份有限公司		
29		医用 X 射	III	使用	1	CT	SOMATO	154582	管电压 140	上海西门子		



(三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[15040]

活动种类和范围										使用台账			备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门		
		线计算机断层扫描(CT)装置	类				M go.Fit		kV 管电流 825 mA	医疗器械有限公司				
30		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	NeuVision 680	NV680B2400 17	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	东软医疗系统股份有限公司				
31	门诊影像科(群楼门诊一楼)	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	CT	SOMATO M go.Fit	154350	管电压 140 kV 管电流 625 mA	上海西门子医疗器械有限公司				
32		口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	SS-X10010D Plus	61103022077 70	管电压 100 kV 管电流 10 mA	合肥美亚光电股份有限公司				
33	民生院区影像科	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔数字化体层摄影及全景X射线机	RAYSCAN α-SM3D	RA318C5203	管电压 90 kV 管电流 17 mA	韩国 RAY 公司				
34	(门诊楼一楼)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR	MULTIX Impact	10020	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海西门子				

19/28



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围						使用台账				备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
35		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	SOMATO M go.Top	120760	管电压 140 kV 管电流 825 mA	上海西门子		
36	脑科医院急诊科移动 CT 车 (门诊楼一楼)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	移动 CT	MCT-1	M11E30202	管电压 120 kV 管电流 8 mA	河北廊坊摩科特		
37	脑科医院介入中心 (高压氧介入治疗楼一楼)	血管造影用 X 射线装置	II 类	使用	3	DSA	Azurion 7 B20	979	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦医疗系统荷兰有限公司		
						DSA	Allura Xper FD20	2095	管电压 150 kV 管电流 1250 mA	荷兰飞利浦		
						DSA	ARTIS pheno	164767	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	德国西门子		
38	脑科医院手术室(神	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	2	移动 C 形臂 X 光机	Ziehm 8000	82135	管电压 110 kV 管电流	德国奇目		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围							使用台账			备注		
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
39	经外科楼二楼)					移动 C 形臂 X 光机	BVlibra	1729	20 mA 管电压 110 kV 管电流 20 mA	荷兰飞利浦		
		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	移动 CT	CereTom	00386	管电压 140 kV 管电流 7 mA	美国 Neurologica		
						CT			管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影		
40	脑科医院影像科 (门诊神经外科一楼)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	3	CT	uCT 528	290195	管电压 140 kV 管电流 350 mA	上海联影医疗科技股份有限公司		
						CT	SOMATOM Definition AS128	66369	管电压 140 kV 管电流 800 mA	德国西门子		
41		口腔 (牙科) X 射线	III 类	使用	1	口腔曲面断层 X 光机	KODAK 9000C	AFBD040	管电压 90 kV 管电流	美国锐珂		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号		活动种类和范围						使用台账			备注	
		辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位
42			装置							10 mA		
		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	DRX-EVOLUTI ON plus	9032	管电压 150 kV 管电流 630 mA	锐柯公司		
43	输血科 (西区医疗保健中心三楼)	X 射线血液辐照仪	III 类	使用	1	X 射线血液辐照仪	RS 3400	6428	管电压 155 kV 管电流 12 mA	美国 Rad Source		
44	体外碎石室 (医师楼四培训楼四楼)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	体外碎石机	Dornier Compact Delta II	1692	管电压 110 kV 管电流 6.5 mA	德国多尼尔		
45	西区放射科 (西区医疗保健中心一楼)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	2	乳腺 X 射线系统	Senographe Pristina Hygeia	DC4SS25000 07HL	管电压 49 kV 管电流 100 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
						乳腺 X 光机	Selenia dimensions	SDM1302001 04	管电压 49 kV 管电流 200 mA	美国豪洛捷		
46		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	3	医用诊断 X 射线透视摄影系统	DX8880	DX03925120 13383	管电压 150 kV 管电流	深圳市安健科技股份有限公司		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
47		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	统			1000 mA	限公司		
						DR	DigitalDiagnost	20001031	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	德国飞利浦		
						DR	Aristos FX plus	1117	管电压 150 kV 管电流 630 mA	德国西门子		
48		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	X射线摄影透视系统	Luminos dRF Max	90019	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
						数字胃肠机	ICONOS R200	5823	管电压 150 kV 管电流 800 mA	德国西门子		
49		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	乳腺穿刺床	Multicare Platinum	31512071795	管电压 34 kV 管电流 80 mA	美国豪洛捷		
50	西区手术室(西区医疗保健中心三)	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动G形臂	Biplanar 500E	5304	管电压 110 kV 管电流 8 mA	瑞典斯威麦克		
		血管造影用	II类	使用	1	DSA	Artist	116000	管电压 150	德国西门子		



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

活动种类和范围										使用台账			备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门		
52	楼)	X 射线装置	III 类	使用	4		Zeego		kV 管电流 1000 mA					
		移动 C 形臂 X 光机				OEC Elite Mini View	BB5SC21000 05HL	管电压 80 kV 管电流 0.16 mA	美国 GE					
		移动式 C 形臂 X 光机				VARIO 3D	90617	管电压 110 kV 管电流 20 mA	德国奇目					
		移动 C 形臂 X 光机				Ziehm solo FD	53971	管电压 120 kV 管电流 24 mA	德国奇目					
53	香江分院 放射科 (香江分 院一楼)	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	移动 C 形臂 X 光机	Cios SelectDia mond	10425	管电压 110 kV 管电流 24 mA	上海西门子				
		DR				uDR 592h	282373	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海联影					
54	消化内镜 室(医师 培训楼三	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	2	移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Alpha	30052	管电压 125 kV 管电流 120 mA	上海西门子 医疗器械有 限公司				



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[15040]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
55	心导管室 (西区医疗保健中心三楼)	血管造影用X射线装置	II类	使用	3	内镜专用C形臂	Ziehm VisionFD	91074	管电压 110 kV 管电流 20 mA	德国奇目		
						DSA	AXIOM Artis dTA	55499	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	德国西门子		
						DSA	Azurion7 M20	703692	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	德国飞利浦		
						DSA	Allura Xper FD10C	722010247	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	荷兰飞利浦		



(四) 许可证条件

证书编号：鲁环辐证[15040]

此页无内容





(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[15040]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2026-05-06	许可证重新申领	鲁环辐证[15040]
2	重新申请	2025-10-22	许可证重新申领	鲁环辐证[15040]
3	重新申请	2024-12-12	许可证重新申领	鲁环辐证[15040]
4	重新申请	2024-07-22	许可证重新申领	鲁环辐证[15040]
5	重新申请	2024-03-25	许可证重新申领	鲁环辐证[15040]
6	重新申请	2023-06-16	重新申请，批准时间：2023-06-16	鲁环辐证[15040]
7	重新申请	2022-02-23	重新申请，批准时间：2022-02-23	鲁环辐证[15040]
8	重新申请	2022-02-24	重新申请，批准时间：2022-02-24	鲁环辐证[15040]
9	重新申请	2020-04-07	重新申请，批准时间：2020-04-07	鲁环辐证[15040]
10	变更	2019-12-24	变更，批准时间：2019-12-24	鲁环辐证[15040]
11	重新申请	2019-02-26	重新申请，批准时间：2019-02-26	鲁环辐证[15040]
12	变更	2019-02-26	变更，批准时间：2019-02-26	鲁环辐证[15040]
13	延续	2018-05-02	延续，批准时间：2018-05-02	鲁环辐证[15040]



(六) 附件和附图

证书编号：鲁环辐证[15040]



附件 3 检测报告



20260112

正本

鲁杰创辐检字 2026H012 号



231512343482

检 测 报 告

项目名称： 聊城市人民医院核医学工作场所应用项目

委托单位： 聊城市人民医院

检测类别： 委托检测



山东杰创安全检测有限公司

检 测 报 告

鲁杰创辐检字 2026H012 号
共 3 页 第 1 页

项目名称	聊城市人民医院 核医学工作场所应用项目	检测类别	委托检测
委托单位	聊城市人民医院	单位地址	山东省聊城市东昌西路 67 号
检测地点	西区医疗保健中心病房 B 区一层 核医学拟建位置	检测日期	2026 年 4 月 28 日
检测环境	气温：26℃； 相对湿度：45%	检测因子	环境 γ 空气吸收剂量率
检测依据	辐射环境监测技术规范（HJ61-2021） 环境γ辐射剂量率测量技术规范（HJ1157-2021）		
检测仪器	仪器名称：便携式 X、γ 剂量率仪；型号：HD-2005；编号：JCJ044；量程范围：（1~50000） ×10 ⁻⁸ Gy/h，能量响应：25KeV~3MeV；检定单位：山东省计量科学研究院；检定日期： 2025 年 10 月 13 日；检定证书编号：Y16-20252927，检定周期：1 年。		
检测结论	检测结果见下页。		
备 注	（检测报告专用章） 签发日期：2026 年 5 月 1 日 检测专用章 9701027261458		

签发：[Signature] 审核：[Signature] 编制：[Signature]

山东杰创安全检测有限公司

检 测 报 告

鲁杰创辐检字 2026H012 号
共 3 页 第 2 页

检测结果：
环境 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位编号	检测位置描述	检测结果 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	
		平均值	标准差
1 [#]	拟建位置东侧 (ECT 控制室)	19.1	0.6
2 [#]	拟建位置东侧 (数字胃肠室)	15.5	0.6
3 [#]	拟建位置南侧 (走廊)	16.9	0.9
4 [#]	拟建位置西侧 (走廊)	16.1	0.3
5 [#]	拟建位置西侧 (激光照相室)	15.9	0.6
6 [#]	拟建位置北侧 (走廊)	152.9	3.7
7 [#]	拟建位置	17.4	0.9
8 [#]	拟建位置楼上 (检验科)	13.0	0.5
9 [#]	拟建位置楼下 (供应室)	16.3	0.4
10 [#]	拟建位置北侧门诊楼一层	13.1	1.1
11 [#]	拟建位置南侧裙楼一层	14.8	0.4

注：拟建位置北侧（走廊）为 PET 候诊区，检测时有注射后候诊患者；检测结果已扣除所使用仪器宇宙射线响应值： $3.34 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；检测点位见附图。

(续下页)

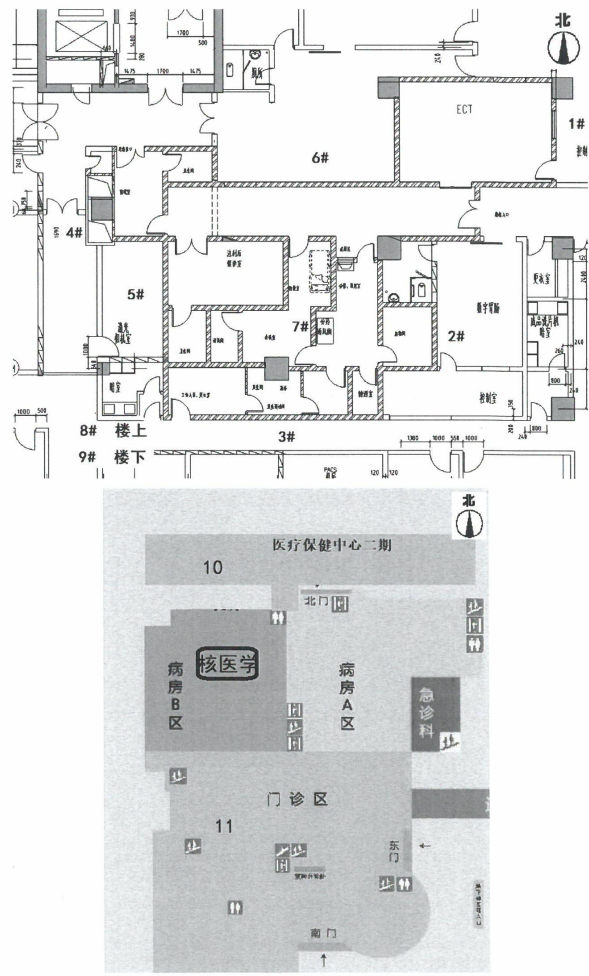
山东杰创安全检测有限公司

检 测 报 告

鲁杰创辐检字 2026H012 号
共 3 页 第 3 页

(接上页)

附图：



(以下空白)

省级环保部门审批意见

经研究,对《聊城市人民医院 ECT、核素治疗、直线加速器、X 射线装置项目核技术应用项目辐射环境影响报告表》批复如下:

一、聊城市人民医院 ECT、核素治疗、直线加速器、X 射线装置项目位于聊城市人民医院内,评价项目为已建运行项目,主要内容与规模:

医用直线加速器项目,现有 1 台医用直线加速器,电子能量 6 MeV ,X 射线能量为 6 MV,属 II 类射线装置。

X 射线机应用项目,涉及模拟定位机、CR、数字胃肠机、透视机、曲面断层、口腔全景、CT 机、64 排 CT 机、C 型臂、拍片机、X 光机和牙片机等 X 射线机 17 台套。除 C 型臂属 II 类射线装置外,其余 16 台套 X 射线机均属 III 类射线装置。

ECT 及核素治疗项目,主要有单光子发射计算机断层扫描机 1 台套, ^{99m}Tc 日等效最大操作量为 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$;核素治疗项目有 ^{131}I 甲状腺治疗、 ^{153}Sm 、 ^{89}Sr 骨肿瘤治疗以及 ^{32}P 治疗胸腹水和 ^{125}I 医用检验,日等效最大操作量分别为 $2.82 \times 10^8 \text{Bq}$ 、 $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ 、 $1.48 \times 10^7 \text{Bq}$ 、 $5.92 \times 10^7 \text{Bq}$ 和 $1.20 \times 10^4 \text{Bq}$ 。日等效最大操作量合计为 $1.28 \times 10^9 \text{Bq}$,为乙级工作场所。

二、在落实各项辐射防护措施的情况下,同意该项目建设。同时,项目还须重点落实环评报告中提出的措施、建议和本审批意见的要求:

1. 在放射源和射线装置使用场所出入口的适当位置设置正确、明显的辐射警示标志、标识和中文警示说明。

2. 必须对核医学科被挤占的病人候诊室和专用卫生间进行整改、恢复,并在候诊室中对服药和未服药病人设置隔离区;对需留院观察的服药病人和服药量超过出院标准的病人必须设置专用病房和专用卫生间。

3. 要保证各类实体屏蔽和实体保卫设施的有效性和完整性,使安全连锁系统、控制系统、监控系统及通风系统等安全和辅助管理系统始终处于有效运行状态,做到预防为主、安全可靠、万无一失,防止各类安全事故的发生和环境安全。

4. 加强 ECT 等放射性工作场所的分区管理,严格按照操作规程作业,落实安全管理制度,配备操作人员必需的个人防护用品以及个人辐射剂量计和报警设备,进行个人剂量监督,做好放射工作人员个人剂量档案,确保从业人员及非从业人员公众成员组所接受的剂量低于国家规定的限值及《报告表》确定的约束限值。

5. 强化在放射性药品制备、诊断及核素治疗过程中放射性固体废弃物和放射性废水的管理,按有关规定和环保部门的要求,收集、贮存和处理处置放射性废物和排放放射性废水。报废的放射源及直线加速器废靶件应送山东省城市放射性废物库贮存,严禁私自处置。

6. 进一步细化和完善有关的规章制度,并按照工作场所、应用规模及应用类型的不同,充实辐射事故应急预案,体现应急预案的实用性和可操作性。

7. 加强对工作人员的教育和培训。放射工作人员须参加山东省环保局认可的培训机构举办的辐射安全与防护知识专业培训,熟知辐射防护知识、具备操作技能,获得培训合格证方可从事放射工作。

8. 配备监测设备,严格执行安全措施和监测计划,定期向环保部门上报监测数据。

9. 辐射环境管理要责任到人,企业法人作为辐射安全监管第一责任人。建立完善的射线装置操作规程和安全管理制度。

10. 加强 X 射线机安全管理,非放射性专业维修人员不得对放射性设备进行拆卸维修。

11. 确保公众和工作人员所受照射在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的限值内。

三、该项目建成后应向我局申请竣工环境保护验收,经验收合格后方可投入使用。

经办人:纪霞

单位盖章

表三 验收组意见

2013年6月27日,省环保厅在聊城市组织召开了聊城市人民医院陀螺刀、核医学、直线加速器、DSA及Ⅲ类X射线装置等项目竣工环境保护验收会议。参加会议的有聊城市环保局、山东省核与辐射安全监测中心和聊城市人民医院等单位的11位代表。会议成立了验收组(名单附后)。会上,聊城市人民医院汇报了项目环境保护措施执行情况,山东省核与辐射安全监测中心汇报了项目环境保护验收监测报告,经现场检查,审阅资料和认真讨论,形成验收意见如下:

一、项目基本情况

聊城市人民医院由市人民医院(东昌西路67号,分东、西两区)、市脑科医院(华山路3号)、鼓楼分院(鼓楼广场南侧)、香江社区(建设西路西首)、湖北社区(兴华路向阳路口西300米)、第二分院(东昌东路64号)和龙山社区(柳园南路与文化路交叉口西侧100米路北)7个院区组成。本次验收主要内容为:(1)在市人民医院东区使用1台陀螺旋转式Co-60放射外科治疗机,使用1枚Co-60放射源(出厂活度为 $2.58\text{E}+14\text{Bq}$),为Ⅰ类放射源;核医学科使用I-131(日等效最大操作量为 $2.22\text{E}+9\text{Bq}$,年最大用量为 $5.55\text{E}+11\text{Bq}$)、Sr-89(日等效最大操作量为 $1.48\text{E}+7\text{Bq}$,年最大用量为 $7.4\text{E}+8\text{Bq}$)、Sm-153(日等效最大操作量为 $3.7\text{E}+8\text{Bq}$,年最大用量为 $5.55\text{E}+9\text{Bq}$)、P-32(日等效最大操作量为 $1.85\text{E}+7\text{Bq}$,年最大用量为 $3.7\text{E}+8\text{Bq}$)开展放射治疗,为乙级非密封放射性物质工作场所;使用3台直线加速器(其中1台BJ-6B型已报废拆除),1台DSA,均为Ⅱ类射线装置;使用18台Ⅲ类射线装置(其中1台模拟机、1台CT、1台拍片机、1台普通胃肠机、1台透视机、1台牙片机和1台曲面断层机已报废)。(2)在市人民医院西区使用Tc-99m开展ECT诊断(日等效最大操作量为 $4.44\text{E}+7\text{Bq}$,年最大用量为 $8.88\text{E}+11\text{Bq}$),使用I-125开展放射免疫分析(日等效最大操作量为 $5.2\text{E}+6\text{Bq}$,年最大用量为 $6.24\text{E}+8\text{Bq}$),均为乙级非密封放射性物质工作场所;使用2台DSA,为Ⅱ类射线装置;使用18台Ⅲ类射线装置。(3)在市脑科医院使用1台DSA,为Ⅱ类射线装置;使用8台Ⅲ类射线装置(其中1台X光机已报废)。(4)在鼓楼分院使用1台Ⅲ类射线装置;在香江社区使用1台Ⅲ类射线装置;在湖北社区使用1台Ⅲ类射线装置;在第二分院使用2台Ⅲ类射线装置;在龙山社区使用2台Ⅲ类射线装置。

2005年至2012年,我厅以鲁辐环表审[2005]159号等文件批准了上述项目的环境影响评价文件,并颁发了辐射安全许可证(鲁环辐证[15040]),准予从事使用Ⅰ类、Ⅲ类放射源和Ⅱ类、Ⅲ类射线装置,乙级非密封放射性物质工作场所(使用)的活动。

二、环保措施执行情况

验收监测报告表明,聊城市人民医院在实施上述项目时落实了以下辐射安全管理和安全与防护措施:

(一)落实了辐射安全管理责任制,医院法人代表确定为辐射安全工作第一责任人,分管负责人为直接责任人。确定医疗设备处为辐射安全与环境保护管理机构,明确了辐射工作人员,确定了岗位职责。

(二)制定了《辐射安全与防护管理制度》、《放射源台账管理制度》、《放射性废物处理方案》、《放射性同位素使用登记制度》、《仪器管理、操作、保养和维修制度》、《放射防护与保卫制度》、《放射科安全保卫制度》、《放射防护监测方案》、《放射工作人员培训制度》、射线装置操作规程等,建立了辐射安全

管理档案。

(三) 各辐射工作场所醒目位置均设置了电离辐射警告标志。

(四) 陀螺刀治疗室由主体机房、迷道和防护门组成, 治疗室采用混凝土浇筑, 东墙屏蔽厚度 70cm, 西墙屏蔽厚度 50cm, 南墙、北墙、房顶、地面屏蔽厚度均为 60cm。防护门屏蔽采用 A3 钢加不锈钢, 10mmPb。落实了门-机联锁装置、紧急停机开关、灯光报警装置、换气系统、监视对讲装置等安全与防护措施。

Precise 型加速器机房由治疗室、迷道和防护门组成。主射束向为东、西方向, 治疗室采用混凝土浇筑。西墙主屏蔽厚度为 280cm, 次屏蔽厚度为 118cm, 东墙、北墙屏蔽厚度为 50cm, 墙外为土层, 迷道内墙厚度为 70-108cm, 外墙为 80-110cm, 屋顶厚度为 280cm。防护门总厚度为 15cm, 材料为铅(28mm)、硼酸、石蜡等。XHA600 型加速器机房由治疗室、迷道和防护门组成。主射束向为南、北方向, 治疗室采用混凝土浇筑, 西墙屏蔽厚度为 118cm, 南墙主屏蔽厚度为 280cm、次屏蔽厚度为 118cm, 迷道内墙厚度为 70-108cm, 外墙为 80-110cm, 屋顶厚度为 280cm。防护门总厚度为 15cm, 材料为铅(28mm)和其他填充材料。落实了门-机联锁装置、紧急停机开关、灯光报警装置、换气系统、监视对讲装置等安全与防护措施。防护措施安全有效。

DSA 治疗室均落实了实体屏蔽防护, 设置防护门, 落实了工作状态指示灯等安全与防护措施。

医用Ⅲ类 X 射线装置使用场所均落实了实体屏蔽措施, 设置了工作状态指示灯。指示灯正常有效。

东区核医学科和西区 ECT 诊断工作场所均实行分区管理, 划分了控制区和监督区, 实行医患通道分离。各设有一组放射性废水衰变池, 每组衰变池由 3 个独立池子组成, 可循环使用, 均满足放射性废水存放 10 个半衰期的存放需求。两个院区的非密封放射性物质工作场所均设有放射性固体废物衰变箱; 放射性固体废物在衰变箱中衰变 10 个半衰期后放置于西区的 2 个放射性固体废物衰变池中, 按普通医疗垃圾处理。

(五) 医院 140 名辐射工作人员均配备个人剂量计, 进行了个人剂量监测。

(六) 140 名辐射工作人员, 其中 3 名取得了辐射防护安全知识培训中级合格证书。

(七) 医院现已配备 7 台个人剂量报警仪, 1 台射线报警器, 1 台 X-γ 辐射场报警装置, 3 台 α、β 射线表面沾污仪, 2 台电离室巡检仪和 2 台在线辐射安全报警仪及防护服等安全防护用品。制定了辐射环境监测计划。

(八) 编制了《聊城市人民医院辐射事故应急预案》, 组织进行辐射事故应急演练。

三、验收监测结果

(一) 陀螺刀治疗室监测结果

非工作状态下, 距陀螺刀机头表面 5cm 和表面 1m 处 X-γ 辐射剂量率实测最大值分别为 $28.1 \mu\text{Gy/h}$ 和 $3.89 \mu\text{Gy/h}$, 满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》(GBZ161-2004) 的要求。

工作状态下, 治疗室周围 X-γ 辐射剂量率监测范围为 $(43.9 \sim 87.2) \text{nGy/h}$, 满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》(GBZ161-2004) 的要求。

(二) 加速器机房监测结果

1. precise 型加速器向下、向西、向上出束时, 其治疗室周围环境的实测最大剂量当量率分别为 $2.04 \mu\text{Sv/h}$ 、 $1.15 \mu\text{Sv/h}$ 和 $0.63 \mu\text{Sv/h}$, 均符合《电子加速器

放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的要求。

2. precise 型加速器停止出束后,机头表面 5cm 和 1m 处的 X- γ 辐射剂量率监测结果分别为 444.4 nGy/h 和 385.6 nGy/h,均满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的要求。

3. XHA600 加速器工作状态,治疗室周围环境 X- γ 辐射剂量率监测范围为 (61.2~505.9) nGy/h,符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ126-2011)的要求。

(三) DSA 场所监测结果

工作状态下,脑科医院 DSA、东院介入科 DSA、西院西门子 DSA、西院飞利浦 DSA 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测值范围分别为 (67.3~104.5) nGy/h、(71.6~96.8) nGy/h、(68.3~87.3) nGy/h 和 (74.1~147.0) nGy/h,均处在聊城市天然放射性涨落水平范围内。

(四) III 类射线装置场所监测结果

III 类射线装置工作状态下,机房周围 X- γ 辐射剂量率监测值均满足《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2002)、《医用 X 射线治疗卫生防护标准》(GBZ131-2002) 和《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006) 的要求。

(五) 核医学科监测结果

1. 东区核医学科控制区实测 X- γ 辐射剂量率为 (123.4~251.9) nGy/h,表面放射性污染控制水平为 (0.187~28.59) Bq/cm²,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的控制水平要求。

2. 西区 ECT 诊断控制区实测 X- γ 辐射剂量率为 (108.6~224.2) nGy/h,西区 ECT 诊断表面放射性污染控制水平为 (0.107~3.546) Bq/cm²,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的控制水平要求。西区衰变池水总 β 放射性为 1.648 Bq/L,低于《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中规定的 10 Bq/L 的标准限值。

3. 西区放射免疫实测 X- γ 辐射剂量率为 (78.6~112.5) nGy/h,处于聊城市天然放射性本底水平范围内。

(五) 职业人员及公众剂量结果

依据 2012 年 1 月到 2013 年 1 月个人剂量累计结果可知,辐射工作人员年有效剂量最大值为 9.0 mSv;依据监测结果估算,上述项目公众可能受到的附加剂量为 0.003 mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

四、验收组意见

项目环保手续齐全,基本落实了环境影响报告表及批复的要求,辐射安全管理制度较齐全,建立了辐射安全管理档案,符合验收要求,验收组同意该项目在完成整改后,通过项目竣工环境保护验收。

五、整改意见

(一) 加强工作人员的培训和再培训,从事陀螺刀操作的工作人员,应参加辐射安全与防护中级培训,并获得培训合格证书,否则不得从事辐射工作。

(二) 建立个人剂量档案,做到 1 人 1 档。

(三) 整改聊城市人民医院东区核医学科废水衰变系统，确保系统正常运行。

(四) 设置专门的贮存场所存放放射性固体废物衰变箱和运送放射性药品的容器，禁止无关人员进入。

医院应严格按照整改意见进行落实，经聊城市环保局进行现场核查后，与验收申请材料一并报送省环保厅。

六、建议及要求

(一) 重新开展 Ir-192 后装治疗项目后三个月内，向我厅申请 Ir-192 后装治疗项目竣工环境保护验收。

(二) 严格落实核医学科分区管理、医患通道分离以及放射性废水和固体废物存放 10 个半衰期后达标排放的要求。

(三) 定期修订辐射事故应急预案并开展应急演练。发生辐射事故时，应及时向环保、公安和卫生等部门报告。

(四) 对放射源和射线装置安全和防护状况进行年度评估，在每年 1 月 31 日前向省、市环保部门提交评估报告。

组长：(签字)

4



LYHT20250606

检测报告

Testing Report

聊科环检字

第 2025091303 号

项目类别: 废水

受检单位: 聊城市人民医院

委托单位: 聊城市人民医院

报告日期: 2025 年 9 月 13 日

聊城市科源环保检测服务中心(普通合伙)





410048052155

检测报告说明

1. 报告无本中心检验检测专用章、骑缝章无效。
2. 报告内容需填写齐全，无本中心授权签字人的签字无效。
3. 未经本中心批准不得复制（全文复制除外）报告。
4. 报告需填写清楚，涂改无效。
5. 对委托单位送样检测，仅对送检样品检测数据负责，不对样品来源负责。
6. 检测结果仅对本次样品有效。
7. 未经本中心同意，本报告不得用于广告宣传和公开传播等。
8. 对检测报告如有异议，请在收到报告之日起十五日内向本中心提出，逾期不予受理。
9. 《检测报告》的报告编号是唯一的，即每一个报告编号仅对应唯一的《检测报告》。

聊城市科源环保检测服务中心（普通合伙）

检测地址：山东省聊城市高新区九州街道中华路以西之江路以南高新控股环保科技城内 B3 栋、B5 栋 2 层

邮政编码：252000

电话：0635-8268056

邮箱：lckyjc@163.com



聊城市科源环保检测服务中心
检测报告

委托单位	聊城市人民医院		联系人	张鹏	
受检单位	聊城市人民医院		受检单位地址	聊城市东昌府区	
项目类别	废水		检测类别	委托检测	
样品来源	采样		采样日期	2025.08.28	
现场检测人员	袁家庆、于得振		分析日期	2025.08.30-09.01	
样品状态 (描述)	无色、无味、无浮油				
样品数量	聚乙烯桶×6				
检测项目及分析方法	项目类别	项目名称	分析方法	检出限	
	废水	总α放射性(Bq/L)	HJ 898-2017 水质 总α放射性的测定 厚源法	/	
		总β放射性(Bq/L)	HJ 899-2017 水质 总β放射性的测定 厚源法	/	
仪器设备	仪器名称		仪器型号	仪器编号	仪器检定(校准)日期
	低本底α、β测量仪		WIN-8A	KYj059	2024.8.13
质控措施	1、人员持证上岗; 2、检测仪器经计量机构检定、校准,在有效期内; 3、水质采取相应的质控措施保证数据的准确性。				
备注	无				
结论及评价	不做评价				
编制: 翟吉青 审核: 刘明 批准: 王.江.江 2025 年 9 月 13 日					



聊城市科源环保检测服务中心
检测结果

1.1 废水检测结果

表 1 废水检测结果表

采样日期	2025.08.28		
检测点位	西区污水排放口	东区 ECT 废水排放口	东区核医学病房污水排放口
样品编号	WS25082805-01	WS25082805-02	WS25082805-03
检测项目	检测结果 (Bq/L)		
总α放射性	0.059	0.068	0.094
总β放射性	0.700	0.230	0.346



报告结束。