

核技术利用建设项目

四川大学华西医院 锦江院区核医学科应用项目 环境影响报告表 (公示本)



核技术利用建设项目

四川大学华西医院 锦江院区核医学科应用项目 环境影响报告表



建设单位名称：四川大学华西医院

建设单位法人代表 (签名或签章):

通讯地址：成都市武侯区国学巷37号

邮政编码：610041

联系人：胡XX

电子邮箱：373549164@qq.com

联系电话：XXXXXX

表 1：项目基本情况

建设项目名称	锦江院区核医学科应用项目				
建设单位	四川大学华西医院				
法人代表	罗 XX	联系人	胡 XX	联系电话	XXXXXXX
注册地址	成都市武侯区国学巷 37 号				
项目建设地点	成都市锦江区锦江大道1166号华西医院锦江院区门诊急诊 医技住院综合楼第一住院楼一楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	3000	项目环保投资(万元)	1863.00	投资比例(环保投资/总投资)	62.10%
项目性质	■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 checked="" type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	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 type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III 类				

项目概述

一、概述

四川大学华西医院（以下称建设单位）统一社会诚信代码：12510000450756139Y，位于四川省成都市武侯区国学巷 37 号，始建于 1892 年，是中国西部疑难危急重症诊疗的国家级中心、中国著名的高等医学学府，也是中国一流的医学科学研究和技术创新的国家级基地，综合实力处于国内一流、国际先进行列。已设有成都国学巷本部、锦江院区和温江三个院区，和一个全托管成都上锦南府医院。

目前，四川大学华西医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00151]），许可种类和范围为：使用 II、V 类放射源；使用 II、III 类射线装置和生产、使用非密封放射性物质，乙、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期到 2028 年 3 月 26 日。

2、项目概况及由来

本项目位于四川大学华西医院锦江院区，成都市生态环境局已于 2020 年 12 月 25 日对《四川大学华西医院锦江院区建设工程项目环境影响报告书》进行了批复，批复文号为“成环评审〔2020〕103 号”，该批复只针对该院区非放射性环评部分。

为充分发挥自身的技术潜力，提高现有资源的利用效率，为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，四川大学华西医院拟将拆除锦江院区门急诊医技住院综合楼第一住院楼一楼东侧一端原病案库及配套办公室，改建为核医学科。核医学科使用放射性药物氟-18、镓-68 和锝-99m 进行患者显像诊断，使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT 开展患者显像诊断，并使用 2 枚 V 类校正源定期对 PET/CT 进行校正。氟-18、镓-68 药物由医院本部每日生产运送提供，目前医院已许可的氟-18、镓-68 药物用量大于实际使用的药物量，每日有足够的余量向锦江院区供应，锝-99m 药物向放药生产厂家购买。

本项目为“使用乙级非密封放射性物质工作场所、III类射线装置和 V 类放射源”，为加强非密封放射性物质、射线装置和放射源的辐射环境管理，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、射线装置和放射源的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。

根据中华人民共和国生态环境部第16号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目涉及使用乙级非密封放射性物质工作场所，应编制环境影响报告表。四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）接受建设单位委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川大学华西医院锦江院区核医学科应用项目环境影响报告表》。

二、项目建设内容及规模

四川大学华西医院锦江院区位于成都市锦江区锦江大道和成龙大道交汇口的西南侧。本项目位于锦江院区门急诊医技住院综合楼第一住院楼一楼，门急诊医技住院综合楼由东侧的门急诊部楼（地上最高 4 层）、西侧南部的第一住院楼（地上最高 12 层）以及西侧北部的第二住院楼（裙楼为地上 5 层，高 27m；塔楼地上最高 12 层，高 58.6m）组成，各裙楼直接连通，或由架空连廊连通。

(1) 建设内容

医院拟拆除第一住院楼一楼东侧一端现有的原病案库、病案打印室、病案办公室和空调机房，将该区域改造为核医学科。改造后该核医学科包括患者用药前等候区、1间 PET/CT 机房、1间 SPECT/CT 机房、1间分装注射室，1个源库、1个 ECT 注射位、1个 PET 注射位、1间 SPECT/CT 注射后等候室、1间 PET/CT 注射后等候室、1间留观抢救室、1间放射性废物暂存间、洁具间、患者通道，卫生通过间、其他配套功能房间有病历采集室、PET/CT 和 SPECT/CT 共用控制室、医护通道、男更衣间、女更衣间、卫生通过间、设备间。

分装注射室和注射位四周墙体均为 370mm 实心砖+10mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，底板为 200mm 厚的混凝土+10mm 厚的硫酸钡板，顶板为 120mm 厚混凝土+32mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，防护门为 6mm 铅当量；PET/CT 机房、SPECT/CT 机房四周墙体均为 370mm 实心砖+10mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，底板均为 200mm 厚的混凝土+10mm 厚的硫酸钡板，顶板均为 120mm 厚混凝土+30mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，机房观察窗均为 4mm 铅当量铅玻璃，SPECT/CT 机房防护铅门均为 3mm 铅当量，PET/CT 机房患者出入防护门和控制室防护铅门均为 4mm 铅当量。SPECT/CT 注射后等候室、PET/CT 注射后等候室四周墙体均为 370mm 实心砖+10mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，底板均为 200mm 厚的混凝土+10mm 厚的硫酸钡板，顶板均为 120mm 厚混凝土+30mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，SPECT/CT 注射后等候室防护铅门为 3mm 铅当量，PET/CT 注射后等候室防护铅门为 8mm 铅当量。源库、留观抢救室、放射性废物暂存间和洁具间四周墙体均为 370mm 实心砖+10mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，底板均为 200mm 厚的混凝土+10mm 厚的硫酸钡板，顶板均为 120mm 厚混凝土+20mm 厚的硫酸钡板(密度为 3.2t/m³)，源库和放射性废物间的防护铅门为 6mm 铅当量，留观抢救室防护铅门、患者通道入口和出口防护门均为 6mm 铅当量。

表 1-1 本项目改造前后区域对比

改造前	改造后
病案库、病案办公室、病案打印室、走廊、空调机房	核医学科（患者用药前等候区、1间 PET/CT 机房、1间 SPECT/CT 机房、1间分装注射室，1个源库、1个 ECT 注射位、1个 PET 注射位、1间 SPECT/CT 注射后等候室、1间 PET/CT 注射后等候室、1间留观抢救室、1间放射性废物暂存间、洁具间、患者通道，卫生通过间、其他配套功能房间有病历采集室、PET/CT 和 SPECT/CT 共用控制室、医护通道、男更衣间、女更衣间、

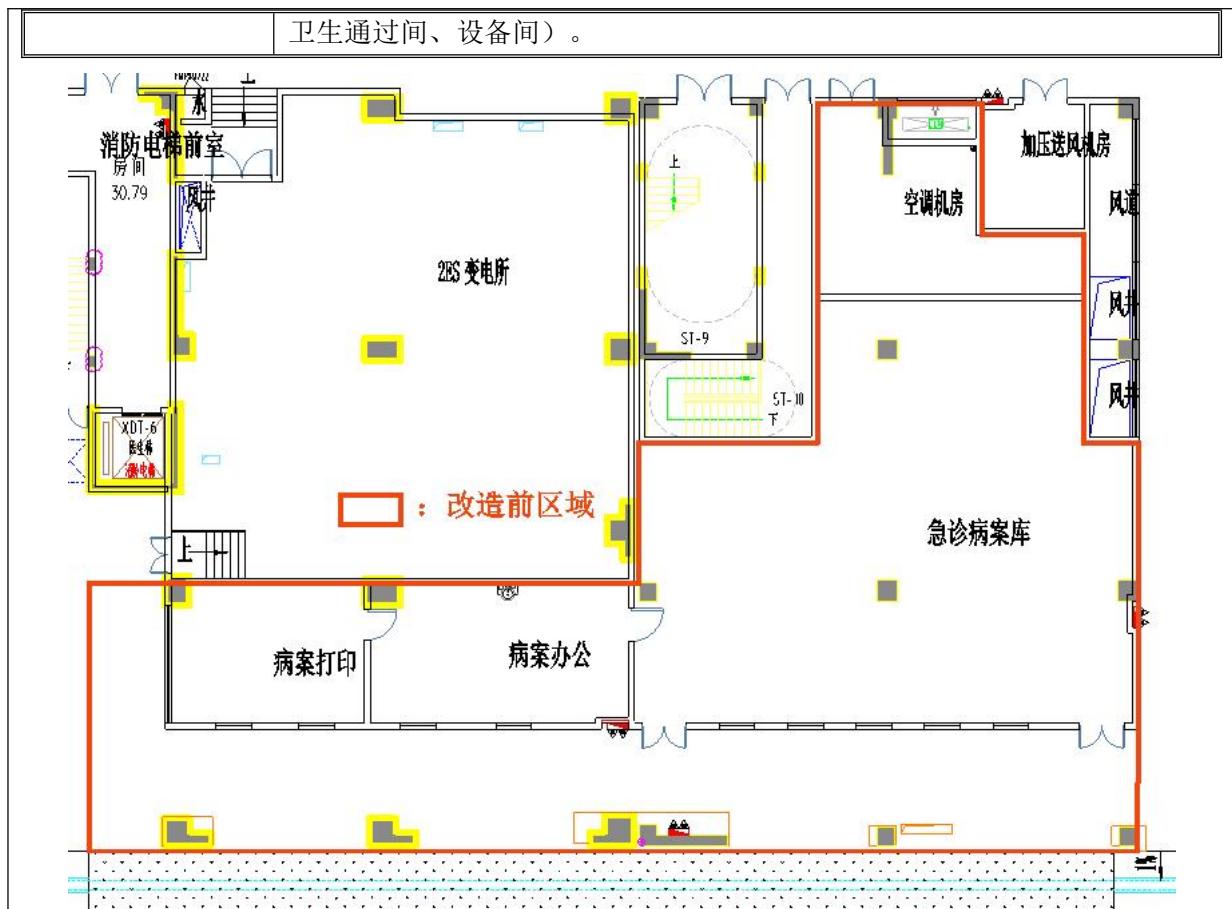


图 1-1 改造前区域



图1-2 改造后区域

①射线装置：PET/CT 机房面积为 40.2m²，机房内配备使用 1 台额定管电压为 140kV，额定管电流为 833mA 的 PET/CT 进行显像诊断，属于III类射线装置，年出束时间为 3750h；SPECT/CT 机房面积为 46.56m²，机房内配备使用 1 台额定管电压不高于 140kV，额定管电流不高于 800mA 的 SPECT/CT 进行显像诊断，属于III类射线装置，年出束时间为 3750h。

②放射源：建设单位使用 2 枚 7.40×10^7 Bq 的 ⁶⁸Ge 的桶源进行 PET/CT 设备校正，均为 V 类放射源。

③非密封放射性物质：核医学科使用放射性药物氟-18、镓-68 和锝-99m 进行患者显像诊断，氟-18、镓-68 药物由医院本部每日生产运送提供（医院已许可的药物用量大于实际使用的药物量，每日有足够的余量向锦江院区提供药物），氟-18 日最大操作量为 3.70×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 1.07×10^7 Bq，年工作 250 天，年最大操作量为 9.25×10^{12} Bq；镓-68 日最大操作量为 1.11×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 3.77×10^7 Bq，年工作 250 天，年最大操作量为 2.775×10^{12} Bq；锝-99m 药物向放药生产厂家购买，锝-99m 日最大操作量为 5.55×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 3.05×10^7 Bq，年工作 250 天，年最大操作量为 1.39×10^{13} Bq；该核医学科最大日等效操作量为 7.87×10^7 Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。

表 1-2 核医学科非密封放射性物质操作量情况表

核素名称	单人次最大操作量 (Bq)	日最大受检人数	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用天数(天)	年最大用量 (Bq)
¹⁸ F	3.70×10^8	20 人	7.40×10^9	7.40×10^6	250	9.25×10^{12}
¹⁸ F (备药量)	/	/	2.96×10^{10}	2.96×10^6	250	
⁶⁸ Ga	3.70×10^8	10 人	3.70×10^9	3.70×10^7	250	2.775×10^{12}
⁶⁸ Ga (备药量)	/	/	7.40×10^9	7.40×10^5	250	
^{99m} Tc	9.25×10^8	30 人	2.78×10^{10}	2.78×10^7	250	1.39×10^{13}
^{99m} Tc (备药量)	/	/	2.78×10^{10}	2.78×10^6	250	

核医学科日等效最大操作量为 7.87×10^7 Bq。

注：对于 ¹⁸F，由于其半衰期较短，需考虑其衰变，因此总用量应考虑用药量和备药量，全天使用，备药量按 4 倍用药量考虑；⁶⁸Ga 半衰期较短，需考虑其衰变，因此总用量应考虑用药量和备药量，由于用药量较少，仅使用半天，备药量按 2 倍用药量考虑；^{99m}Tc 半衰期约 6h，备药量按 1 倍考虑。

工作场所分级

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级，放射性同位素工作场所放射性核素日等效最大操作计算方法（见式 1-1），非密封放射性物质工作场所的分级判据如表 1-3，核素毒性修正因子见表 1-4、操作方式修正因子见表 1-5。

$$\text{日等效用量} = \frac{\text{日操作量} \times \text{毒性修正因子}}{\text{操作方式的修正因子}} \dots \dots \dots \text{式 1-1}$$

表 1-3 非密封性放射性物质场所分级

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~ 2×10^7

表 1-4 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
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 1-5 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

根据环境保护部办公厅《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号）对于常见放射性药品生产、使用场所日等效操作量核算中操作因子的选取依据见表 1-6。

表 1-6 各种操作方式划分依据

依据	操作方式划分
环办辐射函 〔2016〕430 号	<p>①利用钼锝发生器淋洗 ^{99m}Tc 放射性药物时，^{99}Mo 的操作视为“贮存”；</p> <p>②放射性药品生产中，分装、标记等活动视为“简单操作”；</p> <p>③医疗机构使用 ^{18}F、^{99m}Tc、^{125}I 粒子源相关活动视为“很简单的操作”，使用 ^{131}I 核素相关活动视为“简单操作”。</p> <p>④满足以下条件应当作为一个单独场所进行日等效操作核算：a、有相对独立、明确的监督区和控制区划分；b、工艺流程连续完整；c、有相对独立的辐射防护措施。</p>

表 1-7 核医学非密封放射性物质工作场所参数及分级情况表

场所名称	核素名称	日最大操作量/ Bq	性状	毒性分组	毒性因子	操作方式	操作修正因子	日等效最大操作量(Bq)
核医学科	¹⁸ F	7.40E+09	液态	低毒	0.01	很简单操作	10	7.40E+06
	¹⁸ F (备药量)	2.96E+10	液态	低毒	0.01	贮存	100	2.96E+06
	⁶⁸ Ga	3.70E+09	液态	低毒	0.01	简单操作	1	3.70E+07
	⁶⁸ Ga (备药量)	7.40E+09	液态	低毒	0.01	贮存	100	7.40E+05
	^{99m} Tc	2.78E+10	液态	低毒	0.01	很简单操作	10	2.78E+07
	^{99m} Tc (备药量)	2.78E+10	液态	低毒	0.01	贮存	100	2.78E+06
场所等级	日等效最大操作量为 7.87×10^7 Bq, 为乙级场所。							

2、项目组成及主要环境问题

本项目组成及主要环境问题见表 1-8。

表 1-8 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	核医学科	<p>医院拟拆除第一住院楼一楼东侧一端现有的原病案库及配套房间，将其改造为核医学科，改造后该区域包括患者用药前等候区、1间 PET/CT 机房、1间 SPECT/CT 机房、1间分装注射室，1个源库、1个 ECT 注射位、1个 PET 注射位、1间 SPECT/CT 注射后等候室、1间 PET/CT 注射后等候室、1间留观抢救室、1间放射性废物暂存间、洁具间、患者通道，卫生通过间、其他配套功能房间有病历采集室、PET/CT 和 SPECT/CT 共用控制室、医护通道、男更衣间、女更衣间、卫生通过间、设备间。</p> <p>PET/CT 机房面积为 40.2m^2，机房内配备使用 1 台额定管电压为 140kV，额定管电流为 833mA 的 PET/CT 进行显像诊断，属于 III 类射线装置，年出束时间为 3750h；SPECT/CT 机房面积为 46.56m^2，机房内配备使用 1 台额定管电压不高于 140kV，额定管电流不高于 800mA 的 SPECT/CT 进行显像诊断，属于 III 类射线装置，年出束时间为 3750h。</p> <p>使用 2 枚 $7.40 \times 10^7\text{Bq}$ 的 ⁶⁸Ge 的桶源进行 PET/CT 设备校正，均为 V 类放射源。</p> <p>核医学科使用放射性药物氟-18、镓-68 和锝-99m 进行患者显像诊断，药物由医院本部每日生产运送提</p>	<p>施工扬尘、施工噪声、废包装物等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧。</p> <p>β、γ射线、放射性废水、放射性固体、气载流出物、β表面沾污、X 射线、臭氧。</p>

		供；该核医学科最大日等效操作量为 $7.87 \times 10^7 \text{ Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。	
辅助工程		病历采集室、PET/CT 和 SPECT/CT 共用控制室、医护通道、男更衣间、女更衣间、卫生通过间、设备间。	办公垃圾，生活垃圾，生活污水。
公用工程		本项目供暖、配电、供电、给排水和通讯系统等依托医院现有设施。	/
		地下一层修建一个长 10m，宽 9.9m 的构筑物，四面墙体为 30cm 厚实心砖，顶部为 30cm 混凝土，底板为 30cm 混凝土。在构筑物内嵌套安装 1 座不锈钢衰变池，为并联式衰变池。包含 1 个沉淀池和 3 格衰变池，单格衰变池有效容积为 21 m^3 ，3 格衰变池总有效容积约 63 m^3 。	/
		建设 1 间放射性废物间，容积为 13.17 m^3 。	/
环保工程		核医学科设置独立通排风系统，气载流出物经排风管道引至裙楼楼顶，经初效+高效过滤器过滤后排放。	废过滤器滤芯
		①生活污水依托医院已建污水处理设施预处理（格栅+调节+缺氧+好氧+混凝沉淀+次氯酸钠消毒）处理，达标后排入市政管网，进入成都市第九净水厂进一步处理达标后尾水排入锦江。 ②医疗废物采用专用塑料袋收集后经污物通道转运至医院医废暂存间暂存；再由有资质单位统一收集处理； ③办公、生活垃圾依托医院垃圾收集系统进行收集后交由市政环卫部门处置。	/

3、主要技术参数

本项目主要的设备配置见表 1-9。

表 1-9 主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	设备主要参数
PET/CT	联影 uMI 780	III类	1 台	最大管电压为 140kV，最大管电流为 833mA。
SPECT/CT	未定	III类	1 台	最大管电压为 140kV，最大管电流为 800mA。

表 1-10 本项目放射性同位素主要技术参数表

序号	核素名称	半衰期	衰变方式 (分支比%)	最大粒子能量 (MeV)	主要 γ 射线能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)
1	^{99m}Tc	6.02h	IT≈100	/	0.14	0.0303
6	^{68}Ga	68.3min	β^+ (88) EC (12)	1.90	0.511	0.134
15	^{18}F	109.8min	β^+ (97) EC (3)	0.63	0.511	0.143
序	放射	半衰期	衰变方式	最大粒子能量	主要 γ 射线能	空气比释动能率

号	源名 称		(分支比/%)	(MeV)	量 (MeV)	常数 (μ Sv/(h.MBq))
1	^{68}Ge	26d	EC	/	0.0094	/

备注：数据来源《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《辐射安全手册》（潘自强主编）。

5、主要原辅材料表

本项目主要原辅材料见表 1-11。

表 1-11 主要原辅材料消耗表

使用 场所	名称	规格	单日最大需求 量 (Ci)	年操作天数 (天)	年消耗量	来源
PET 显像	^{18}F 标记药物	300mCi/瓶	1	250	250Ci	本部自制
	^{68}Ga 标记药物	50mCi/瓶	0.3	250	75Ci	本部自制
SPECT 显像	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 标记药物	25mCi/支, 12 支/瓶	1.5	250	375Ci	本部自制

6、工作人员及工作制度

本项目拟配置 10 名辐射工作人员，为新增辐射工作人员，具体如下。

表 1-12 本项目核医学科辐射工作场所人员配置情况表

工作场所	岗位职责	人数	分组情况	年工作天数	备注
病历采集室	值班、问病史，患者抢救	2 人	2 组 (1 人/组)	250	平时不接触注射药物患者
PET 操作间	图像采集、后处理	2 人	2 组 (1 人/组)	250	/
SPECT 操作间	图像采集、后处理	2 人	2 组 (1 人/组)	250	
注射区	PET 注射	2 人	2 组 (1 人/组)	250	/
	SPECT 注射	2 人	2 组 (1 人/组)	250	

辐射工作人员均定岗定职，不存在交叉工作的情况。

(2) 工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，实行 8 小时工作制。

四、产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第三十七项“卫生健康”中第 1 款“医疗卫生服务设施建设”，符合国家产业发展政策。

五、项目选址合理性、布局合理性及实践正当性分析

1、医院外环境关系

四川大学华西医院锦江院区位于成都市锦江区成龙路街道办新华村一、二、八组，三圣街道办粉房堰村四组，幸福村一组，医院东北侧为成龙大道、卓锦城 6 期，西北侧为枫香街、四川中烟工业有限责任公司成都卷烟厂，西南侧为空地，东南侧为锦江大道、华都美林湾 3 期，交通便捷，方便市民就医。本项目地理位置图见附图 1。

2、项目外环境关系

本项目核医学科位于第一住院楼一层最东侧，部分位于裙楼（医技部分），部分位于塔楼。核医学科西北侧外为架空通道，无房间，50m 范围内由近及远依次为架空通道、物资库房、室外道路和空调机房等；西南侧 50m 范围由近及远为楼梯、变电所、走廊、电梯厅、包装灭菌区、创伤急救区等；东南侧 50m 范围由近及远为室外道路、绿化、CT 室、DR 室、抢救室、隔离治疗区、设备间、卫生间、药房、采血室、值班室、超声室、心电室和等候区等；东北侧 50m 范围由近及远为室外架空过道、室外道路、消防控制室、配电房、弱电机房、配电房、卫生间、电梯厅等；核医学科对应的二楼为出入院大厅、三楼为心电图室和超声室以及候诊区；四楼为麻醉医生办公室、库房、会议室和男更衣室和女更衣室；五楼为急诊检验室、标本制备室、试剂准备室和文库制备室，核医学科位于塔楼部分 6 楼为 ICU，6 楼以上为病房；下方负一楼对应衰变池和车行道。

3、选址合理性分析

四川大学华西医院锦江院区已取得成环评审[2020]103 号文批复，医院整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为医院整体项目的配套建设项目，不新增用地，且各场所边界外 50m 范围内均在医院内部，周围无环境制约因素。核医学科设置有单独的出入口，场所边界有明确的分界隔离，不邻接产科、儿科、食堂等，避开了人群较集中的门诊大楼、收费处等人群稠密区域，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中选址的要求。

本次新建的核医学科为专门的辐射工作场所，产生的电离辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。本项目外环境关系见附图 9。

表 1-13 核医学科与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）选址要求对照分析

标准要求	本项目实际情况	备注
核医学工作场所宜建在医疗机构内单	本项目核医学科位于第一住院大楼一层最东侧，	满足

独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。	部分位于裙楼（医技部分），部分位于塔楼，场所独立布置。根据平面布置设计，核医学科设置有独立的人员、物流通道，无关人员禁止入内。	
核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。	核医学科不毗邻产科、儿科和食堂等部门，同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施。	满足
核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。	核医学科控制区内设置独立排风系统，且排风管道引至裙楼楼顶上方进行排放，与周围高层建筑塔楼的距离为 23m。	满足

3、实践正当性

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（特别是恶性肿瘤）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断方法所不能及的诊断效果，是超声等其它手段无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于核医学对肿瘤的诊断更加精确、方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在诊断过程中非密封放射性物质的使用可能会造成如下辐射影响问题：

- (1) 给周围环境造成一定的辐射影响。
- (2) 给医务人员及周围公众造成一定的辐射影响。
- (3) 非密封放射性物质使用及管理的失误可能会造成一般的辐射事故。

医院在核医学诊断过程中，将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立和严格执行相应的辐射安全规章制度。因此，在正确使用和管理非密封放射性物质的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至可接受范围。本项目产生的辐射给医务人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

表 1-14 医院已上证的核技术利用项目一览表 (放射源)

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
1	Gd-153	/	/	3.7E+9*6	V类	使用	ECT 检查室 1	/	已有
2	Na-22	2018/8/31	US18NA000355	3.7E+6*1	V类	使用	PET/CT 检查室	美国	已有
3		2021/6/12	US21GE002295						
4	Ge-68	2021/6/12	US21GE002245	5.5E+7*2	V类	使用	PET/CT 检查室	美国	已有
5		2021/6/12	US21GE002305						
6	Ge-68	2021/6/12	US21GE002255	3.5E+6*2	V类	刻度/校准源	PET/CT 检查室	美国	已有
7			US21GE002265						
8	Ge-68	2021/6/12	US21GE002275	7E+5*3	V类	刻度/校准源	PET/CT 检查室	美国	已有
9		2021/6/12	US21GE002285						
10		2021/6/12	US18NA000355						
11	Na-22	2021/6/12	/	1.48E+7*1	V类	刻度/校准源	敷贴室	俄罗斯	已有
12	Na-22	2021/6/12	/	1.48E+9*3	V类	刻度/校准源			
13	Sr-90	2022/11/1	RU22SR000655	1.48E+9*3	V类	刻度/校准源	敷贴室	俄罗斯	已有
14		2022/11/1	RU22SR000645						
15		1993/10/12	0493SR930095						
16	Co-57	2020/1/9	US20C7000085	1.48E+6*1	V类	刻度/校准源	温江院区	美国	已有
17	Co-57	2020/1/9	US20C7000075	1.1655E+8*1	V类	刻度/校准源			
18	Ge-68	/	/	7.4E+7*1	V类	刻度/校准源	转化医学楼 PET/CT 检查室 1	/	已有
19	Co-60	2020/3/1	CA20CO002372	1.04E+12	II类	伽玛刀			
20	Co-60	2020/3/1	CA20CO002362	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
21	Co-60	2020/3/1	CA20CO002352	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
22	Co-60	2020/3/1	CA20CO002342	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
23	Co-60	2020/3/1	CA20CO002332	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
24	Co-60	2020/3/1	CA20CO002322	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
25	Co-60	2020/3/1	CA20CO002312	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
26	Co-60	2020/3/1	CA20CO002302	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
27	Co-60	2020/3/1	CA20CO002292	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
28	Co-60	2020/3/1	CA20CO002282	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
29	Co-60	2020/3/1	CA20CO002272	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
30	Co-60	2020/3/1	CA20CO002262	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
31	Co-60	2020/3/1	CA20CO002252	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
32	Co-60	2020/3/1	CA20CO002242	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
33	Co-60	2020/3/1	CA20CO002232	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
34	Co-60	2020/3/1	CA20CO002222	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
35	Co-60	2020/3/1	CA20CO002212	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
36	Co-60	2020/3/1	CA20CO002202	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
37	Co-60	2020/3/1	CA20CO002192	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
38	Co-60	2020/3/1	CA20CO002182	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
39	Co-60	2020/3/1	CA20CO002172	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
40	Co-60	2020/3/1	CA20CO002162	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
41	Co-60	2020/3/1	CA20CO002152	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
42	Co-60	2020/3/1	CA20CO002142	1.07E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
43	Co-60	2020/3/1	CA20CO002132	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
44	Co-60	2020/3/1	CA20CO002122	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
45	Co-60	2020/3/1	CA20CO002112	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
46	Co-60	2020/3/1	CA20CO002102	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
47	Co-60	2020/3/1	CA20CO002092	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
48	Co-60	2020/3/1	CA20CO002082	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
49	Co-60	2020/3/1	CA20CO002072	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
50	Co-60	2020/3/1	CA20CO002062	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
51	Co-60	2020/3/1	CA20CO002052	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
52	Co-60	2020/3/1	CA20CO002042	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
53	Co-60	2020/3/1	CA20CO002032	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
54	Co-60	2020/3/1	CA20CO002022	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
55	Co-60	2020/3/1	CA20CO002012	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
56	Co-60	2020/3/1	CA20CO002002	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
57	Co-60	2020/3/1	CA20CO001992	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
58	Co-60	2020/3/1	CA20CO001982	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
59	Co-60	2020/3/1	CA20CO001972	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
60	Co-60	2020/3/1	CA20CO001962	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
61	Co-60	2020/3/1	CA20CO001952	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
62	Co-60	2020/3/1	CA20CO001942	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
63	Co-60	2020/3/1	CA20CO001932	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
64	Co-60	2020/3/1	CA20CO001922	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
65	Co-60	2020/3/1	CA20CO001912	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
66	Co-60	2020/3/1	CA20CO001902	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
67	Co-60	2020/3/1	CA20CO001892	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
68	Co-60	2020/3/1	CA20CO001882	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
69	Co-60	2020/3/1	CA20CO001872	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
70	Co-60	2020/3/1	CA20CO001862	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
71	Co-60	2020/3/1	CA20CO001852	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
72	Co-60	2020/3/1	CA20CO001842	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
73	Co-60	2020/3/1	CA20CO001832	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
74	Co-60	2020/3/1	CA20CO001822	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
75	Co-60	2020/3/1	CA20CO001812	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
76	Co-60	2020/3/1	CA20CO001802	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
77	Co-60	2020/3/1	CA20CO001792	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
78	Co-60	2020/3/1	CA20CO001782	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
79	Co-60	2020/3/1	CA20CO001772	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
80	Co-60	2020/3/1	CA20CO001762	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
81	Co-60	2020/3/1	CA20CO001752	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
82	Co-60	2020/3/1	CA20CO001742	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
83	Co-60	2020/3/1	CA20CO001732	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
84	Co-60	2020/3/1	CA20CO001722	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
85	Co-60	2020/3/1	CA20CO001712	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
86	Co-60	2020/3/1	CA20CO001702	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
87	Co-60	2020/3/1	CA20CO001692	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
88	Co-60	2020/3/1	CA20CO001682	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
89	Co-60	2020/3/1	CA20CO001672	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
90	Co-60	2020/3/1	CA20CO001662	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
91	Co-60	2020/3/1	CA20CO001652	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
92	Co-60	2020/3/1	CA20CO001642	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
93	Co-60	2020/3/1	CA20CO001632	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
94	Co-60	2020/3/1	CA20CO001622	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
95	Co-60	2020/3/1	CA20CO001612	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
96	Co-60	2020/3/1	CA20CO001602	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
97	Co-60	2020/3/1	CA20CO001592	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
98	Co-60	2020/3/1	CA20CO001582	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
99	Co-60	2020/3/1	CA20CO001572	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
100	Co-60	2020/3/1	CA20CO001562	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
101	Co-60	2020/3/1	CA20CO001552	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
102	Co-60	2020/3/1	CA20CO001542	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
103	Co-60	2020/3/1	CA20CO001532	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
104	Co-60	2020/3/1	CA20CO001522	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
105	Co-60	2020/3/1	CA20CO001512	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
106	Co-60	2020/3/1	CA20CO001502	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
107	Co-60	2020/3/1	CA20CO001492	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
108	Co-60	2020/3/1	CA20CO001482	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
109	Co-60	2020/3/1	CA20CO001472	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
110	Co-60	2020/3/1	CA20CO001462	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
111	Co-60	2020/3/1	CA20CO001452	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
112	Co-60	2020/3/1	CA20CO001442	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
113	Co-60	2020/3/1	CA20CO001432	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
114	Co-60	2020/3/1	CA20CO001422	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
115	Co-60	2020/3/1	CA20CO001412	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
116	Co-60	2020/3/1	CA20CO001402	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
117	Co-60	2020/3/1	CA20CO001392	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
118	Co-60	2020/3/1	CA20CO001382	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
119	Co-60	2020/3/1	CA20CO001372	9.95E+11	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
120	Co-60	2020/3/1	CA20CO001362	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
121	Co-60	2020/3/1	CA20CO001352	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
122	Co-60	2020/3/1	CA20CO001342	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
123	Co-60	2020/3/1	CA20CO001332	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
124	Co-60	2020/3/1	CA20CO001322	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
125	Co-60	2020/3/1	CA20CO001312	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
126	Co-60	2020/3/1	CA20CO001302	9.99E+11	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
127	Co-60	2020/3/1	CA20CO001292	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
128	Co-60	2020/3/1	CA20CO001282	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
129	Co-60	2020/3/1	CA20CO001272	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
130	Co-60	2020/3/1	CA20CO001262	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
131	Co-60	2020/3/1	CA20CO001252	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
132	Co-60	2020/3/1	CA20CO001242	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
133	Co-60	2020/3/1	CA20CO001232	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
134	Co-60	2020/3/1	CA20CO001222	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
135	Co-60	2020/3/1	CA20CO001212	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
136	Co-60	2020/3/1	CA20CO001202	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
137	Co-60	2020/3/1	CA20CO001192	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
138	Co-60	2020/3/1	CA20CO001182	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
139	Co-60	2020/3/1	CA20CO001172	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
140	Co-60	2020/3/1	CA20CO001162	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
141	Co-60	2020/3/1	CA20CO001152	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
142	Co-60	2020/3/1	CA20CO001142	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
143	Co-60	2020/3/1	CA20CO001132	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
144	Co-60	2020/3/1	CA20CO001122	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
145	Co-60	2020/3/1	CA20CO001112	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
146	Co-60	2020/3/1	CA20CO001102	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
147	Co-60	2020/3/1	CA20CO001092	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
148	Co-60	2020/3/1	CA20CO001082	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
149	Co-60	2020/3/1	CA20CO001072	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
150	Co-60	2020/3/1	CA20CO001062	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
151	Co-60	2020/3/1	CA20CO001052	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
152	Co-60	2020/3/1	CA20CO001042	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
153	Co-60	2020/3/1	CA20CO001032	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
154	Co-60	2020/3/1	CA20CO001022	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
155	Co-60	2020/3/1	CA20CO001012	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
156	Co-60	2020/3/1	CA20CO001002	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
157	Co-60	2020/3/1	CA20CO000992	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
158	Co-60	2020/3/1	CA20CO000982	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
159	Co-60	2020/3/1	CA20CO000972	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
160	Co-60	2020/3/1	CA20CO000962	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
161	Co-60	2020/3/1	CA20CO000952	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
162	Co-60	2020/3/1	CA20CO000942	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
163	Co-60	2020/3/1	CA20CO000932	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
164	Co-60	2020/3/1	CA20CO000922	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
165	Co-60	2020/3/1	CA20CO000912	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
166	Co-60	2020/3/1	CA20CO000902	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
167	Co-60	2020/3/1	CA20CO000892	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
168	Co-60	2020/3/1	CA20CO000882	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
169	Co-60	2020/3/1	CA20CO000872	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
170	Co-60	2020/3/1	CA20CO000862	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
171	Co-60	2020/3/1	CA20CO000852	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
172	Co-60	2020/3/1	CA20CO000842	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
173	Co-60	2020/3/1	CA20CO000832	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
174	Co-60	2020/3/1	CA20CO000822	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
175	Co-60	2020/3/1	CA20CO000812	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
176	Co-60	2020/3/1	CA20CO000802	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
177	Co-60	2020/3/1	CA20CO000792	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
178	Co-60	2020/3/1	CA20CO000782	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
179	Co-60	2020/3/1	CA20CO000772	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
180	Co-60	2020/3/1	CA20CO000762	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
181	Co-60	2020/3/1	CA20CO000752	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
182	Co-60	2020/3/1	CA20CO000742	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
183	Co-60	2020/3/1	CA20CO000732	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
184	Co-60	2020/3/1	CA20CO000722	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
185	Co-60	2020/3/1	CA20CO000712	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
186	Co-60	2020/3/1	CA20CO000702	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
187	Co-60	2020/3/1	CA20CO000692	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
188	Co-60	2020/3/1	CA20CO000682	1.05E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
189	Co-60	2020/3/1	CA20CO000672	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
190	Co-60	2020/3/1	CA20CO000662	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
191	Co-60	2020/3/1	CA20CO000652	9.99E+11	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
192	Co-60	2020/3/1	CA20CO000642	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
193	Co-60	2020/3/1	CA20CO000632	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
194	Co-60	2020/3/1	CA20CO000622	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
195	Co-60	2020/3/1	CA20CO000612	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
196	Co-60	2020/3/1	CA20CO000602	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
197	Co-60	2020/3/1	CA20CO000592	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
198	Co-60	2020/3/1	CA20CO000582	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
199	Co-60	2020/3/1	CA20CO000572	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
200	Co-60	2020/3/1	CA20CO000562	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
201	Co-60	2020/3/1	CA20CO000552	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
202	Co-60	2020/3/1	CA20CO000542	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
203	Co-60	2020/3/1	CA20CO000532	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
204	Co-60	2020/3/1	CA20CO000522	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
205	Co-60	2020/3/1	CA20CO000512	1.04E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

序号	核素名称	出厂日期	放射源编码	出厂活度 (Bq)	类别	用途	工作场所	来源	已有/闲置/本年度新增
206	Co-60	2020/3/1	CA20CO000502	1.03E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
207	Co-60	2020/3/1	CA20CO000492	1.01E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
208	Co-60	2020/3/1	CA20CO000482	1.02E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
209	Co-60	2020/3/1	CA20CO000472	1.07E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有
210	Co-60	2020/3/1	CA20CO000462	1.06E+12	II类	伽玛刀	伽玛刀机房	加拿大	已有

表 1-15 医院已上证的核技术利用项目一览表 (非密封放射性物质)

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)
1	DSA 检查治疗室 4	门诊楼核医学科	Y-90	液态	使用	放射性药物治疗	1.11E+10	1.11E+8	1.11E+12
2			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	1.48E+8	1.48E+7	2.96E+10
3			Ra-223	液态	使用	放射性药物治疗	1.11E+7	1.11E+8	1.11E+9
4			Cu-67	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+6	7.40E+8
5			I-125	液态	使用	放射性药物诊断	7.40E+4	7.40E+3	1.85E+8
6			In-111	液态	使用	教学科研	2.4E+8	2.4E+7	7.40E+9
7			N-13	液态	生产、使用	放射性药物生产	6.0E+9	6.0E+7	1.87E+10
8			C-11	液态	生产、使用	放射性药物诊断	3.7E+8	3.7E+6	9.25E+11
9			Mo-99(Tc-99m)	液态	使用	放射性药物诊断	3.70E+10	3.70E+7	1.85E+12
10			I-123	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+9	1.85E+7	3.70E+10
11			Sm-153	液态	使用	放射性药物治疗	7.40E+8	7.40E+7	3.70E+10
12			Re-188	液态	使用	教学科研	2.4E+8	2.4E+7	7.4E+9
13			Lu-177	液态	使用	放射性药物治疗	7.40E+9	7.40E+8	1.85E+12

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)
14			P-32	液态	使用	放射性药物治疗	1.11E+8	1.11E+7	2.78E+10
15			Ge-68(Ga-68)	固态	使用	教学科研	6.0E+11	6.0E+7	1.87E+10
16			Tb-161	液态	使用	教学科研	1.85E+9	1.85E+8	1.85E+10
17			I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	1.85E+9	1.85E+6	1.33E+11
18			H-3	液态	使用	教学科研	2E+8	2E+6	7.40E+8
19			At-211	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+7	7.40E+8
20			Ac-225	液态	使用	放射性药物治疗	3.70E+7	3.70E+8	7.40E+8
21			Bi-213	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+7	7.40E+8
22			O-15	液态	生产、使用	放射性药物生产	6.0E+9	6.0E+7	1.87E+10
23			F-18	液态	生产	放射性药物生产	3.7E+10	3.7E+8	9.25E+12
24			Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	7.77E+10	7.77E+7	1.94E+13
25			C-14	液态	使用	教学科研	2.0E+7	2.0E+6	7.40E+8
26			Sc-47	液态	使用	教学科研	1.85E+9	1.85E+8	1.85E+10
27			S-35	液态	使用	教学科研	2.0E+7	2.0E+6	7.4E+8
28			Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	3.33E+10	3.33E+8	8.33E+12
29			Y-90	液态	使用	放射性药物治疗	1.11E+10	1.11E+8	1.11E+12
30			I-131	液态	使用	放射性药物治疗	1.52E+10	1.52E+9	1.11E+13
31			Ga-68	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+5	7.40E+8
32			Zr-89	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+6	7.40E+8
33			Ho-166	液态	使用	教学科研	1.85E+9	1.85E+8	1.85E+10
34			Cu-64	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+5	7.40E+8

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)
35	温江院区核医学科	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	6.66E+10	6.66E+8	1.465E+13
36			F-18	液态	使用	放射性药物诊断	1.11E+10	1.11E+8	1.465E+12
37			I-131	液态	使用	放射性药物诊断	9.25E+8	9.25E+7	1.465E+11
38	转化医学楼 PET 检查区	乙级	Zr-89	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+9	1.85E+11
39			O-15	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+8	7.4E+10
40			Cu-64	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+8	3.7E+11
41			N-13	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+8	7.4E+10
42			C-11	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+8	9.25E+11
43			I-124	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+10	1.85E+9	3.7E+11
44			Ga-68	液态	使用	放射性药物诊断	1.85E+9	1.85E+7	4.63E+11
45			F-18	液态	使用	放射性药物诊断	5.55E+10	5.55E+8	9.25E+12
46	转化医学楼回旋加速器制药区	乙级	I-124	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+10	1.85E+9	3.7E+11
47			F-18	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+11	1.85E+9	4.63E+13
48			O-15	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+10	1.85E+8	7.4E+10
49			Pb-212	液态	使用	教学科研	4.00E+8	4.00E+7	2.00E+10
50			P-32	液态	使用	教学科研	3.70E+7	3.70E+6	3.70E+9
51			Pb-203	液态	使用	教学科研	6.00E+9	6.00E+7	3.00E+11
52			Th-228	固态	使用	教学科研	8.00E+8	8.00E+8	1.60E+9
53			Cu-64	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+10	1.85E+8	3.7E+11
54			Zr-89	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+10	1.85E+9	1.85E+11
55			Ge-68	固态	使用	放射性药物生产	1.85E+9	1.85E+5	9.25E+10

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)
56			C-11	液态	生产	放射性药物生产	3.7E+10	3.7E+8	9.25E+12
57			Ga-68	液态	生产	放射性药物诊断	1.85E+9	1.85E+7	4.63E+11
58			Cu-61	液态	生产	放射性药物生产	3.7E+9	3.7E+7	1.85E+10
59			N-13	液态	生产	放射性药物生产	1.85E+10	1.85E+8	7.4E+10
60	五号楼一层实验室 106	丙级	F-18	液态	使用	教学科研	2.22E+09	2.22E+05	4.44E+10
61			Ga-68	液态	使用	教学科研	1.48E+09	1.48E+05	7.40E+09
62	五号楼一层实验室 107	丙级	F-18	液态	使用	教学科研	5.55E+08	5.55E+05	1.11E+10
63			Ga-68	液态	使用	教学科研	3.70E+08	3.70E+06	1.85E+09
64			Gu-64	液态	使用	教学科研	3.70E+08	3.70E+06	1.85E+09

表 1-16 医院已上证的核技术利用项目一览表 (射线装置)

序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量	单位(台/套)	持有数量	装置名称	规格型号	技术参数(最大)	生产厂家
1	CT 室 1	医用 X 射线计算机断层扫描(CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Somatom Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA	Siemens
2	CT 室 10	医用 X 射线计算机断层扫描(CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	SOMATOM Defination AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA	Siemens
3	CT 室 11	医用 X 射线计算机断层扫描(CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	uCT780	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影
4	CT 室 13	医用 X 射线计算机断层扫描(CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Spectral	管电压 140 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
5	CT 室 2	医用 X 射线计算机断层扫描(CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	uCT960+	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影

6	CT 室 3	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	APEX	管电压 140 kV 管电流 740 mA	GE
7	CT 室 4	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	SOMATOM Definition Flash	管电压 140 kV 管电流 800 mA	Siemens
8	CT 室 5	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	UCT780	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影
9	CT 室 7	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	NAEOTOM Alpha	管电压 140 kV 管电流 2600 mA	Siemens
10	CT 室 8	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution CT	管电压 140 kV 管电流 740 mA	GE
11	CT 室 9	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution CT ES	管电压 150 kV 管电流 499 mA	GE
12	DR 室 11	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	RAD SPEED M	管电压 150 kV 管电流 630 mA	北京岛津
13	DSA 检查治疗室 1	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA	飞利浦
14	DSA 检查治疗室 2	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	UNIQ Clarity FD20/20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA	飞利浦
15	DSA 检查治疗室 3	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA	飞利浦
16	DSA 检查治疗室 4	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA	飞利浦
17	DSA 心血管介入室	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Atis Q ceil	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	西门子
18	ECT 检查室 1	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	SPECT/CT	Discovery NM/CT670	管电压 140 kV 管电流 440 mA	GE
19	ECT 检查室 2	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	SPECT/CT	intevole bold	管电压 130 kV 管电流 345 mA	西门子

20	ECT 检查室 3	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	0	-	-	-	-
21	Micro-CT 室 1	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物 Micro CT	SKyscan12	管电压 100 kV 管电流 0.2 mA	德国布鲁克
22	Micro-CT 室 2	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物 Micro CT	SKyscan12	管电压 100 kV 管电流 0.2 mA	德国布鲁克
23	PET/CT 检查室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	PET/CT	Vereos	管电压 140 kV 管电流 665 mA	飞利浦
24	X 光摄影室 10	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	Sonialvision safire II	管电压 150 kV 管电流 800 mA	Shimadzu
25	X 光摄影室 2	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
26	X 光摄影室 3	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
27	X 光摄影室 4	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	乳腺 X 射线机	uMammo890i	管电压 35 kV 管电流 180 mA	上海联影
28	X 光摄影室 6	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	管电压 49 kV 管电流 100 mA	GE
29	X 光摄影室 7	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
30	X 光摄影室 8	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
31	micro-CT 室	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物 CT	NMC-100	管电压 100 kV 管电流 0.2 mA	平生医疗
32	车载 CT 室 1	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	车载 CT	NeuViz 63 1n	管电压 140 kV 管电流 420 mA	东软医疗系统股份有限公司
33	车载 CT 室 2	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	车载 CT	NeuViz 63 1n	管电压 140 kV 管电流 420 mA	东软医疗系统股份有限公司
34	车载 CT 室 3 (川)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	车载 CT	uCT 528	管电压 140 kV 管电流 350 mA	上海联影

	AGH732)									
35	第二住院大楼十一楼手术室	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	INFX 9000V	管电压 125 kV 管电流 1250 mA 佳能
36	二门诊 CT 室 6	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution CT	管电压 140 kV 管电流 740 mA GE
37	二门诊 DR 检查室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	Rad speed M+40EG+50G	管电压 125 kV 管电流 800 mA 日本岛津
38	骨密度室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	双能 X 线骨密度诊断仪	Lunar IDXA	管电压 100 kV 管电流 3 mA GE
39	回旋加速器机房	制备正电子发射计算机断层显像装置 (PET) 放射性药物的加速器	II类	使用	1	台	1	回旋加速器	HM-10	粒子能量 10 MeV 日本住友
40	急诊 X 光摄影室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR780i Pro	管电压 125 kV 管电流 630 mA 上海联影
41	加速器机房 1	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	vital beam	粒子能量 10 MeV Varian
42	加速器机房 11	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	核磁共振直线加速器	Elekta Unity	粒子能量 7 MeV ELEKTA
43	加速器机房 12	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	e-Flash	e-Flash200A	粒子能量 9 MeV 中玖闪光医疗科技有限公司
44	加速器机房 2	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	synergy	粒子能量 15 MeV ELEKTA
45	加速器机房 3	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	Radixat	粒子能量 6 MeV 安科锐股份有限公司
46	加速器机房 4	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	CLINAC CX	粒子能量 6 MeV Varian
47	加速器机房 5	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	AccStar	粒子能量 14 MeV 成都利尼科

48	加速器机房 6	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	Edge	粒子能量 10 MeV	Varian
49	加速器机房 7	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	VersaHD	粒子能量 15 MeV	ELEKTA
50	加速器机房 8	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	Elekta Synergy	粒子能量 15 MeV	ELEKTA
51	加速器机房 9	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	台	1	医用直线加速器	Elekta Synergy	粒子能量 15 MeV	ELEKTA
52	介入手术室 7	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion7 M20	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
53	介入手术室 8	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	IGS5	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	GE
54	介入手术室 9	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion7 M12	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
55	锦江院区 CT 室 4	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	uCT 968	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影
56	锦江院区 CT 室 6	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution Apex	管电压 140 kV 管电流 1300 mA	通用
57	锦江院区 CT 室 7	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	SOMATOM Force	管电压 150 kV 管电流 2600 mA	西门子
58	锦江院区 CT 室 8	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	NeuViz Epoch+	管电压 140 kV 管电流 1250 mA	东软医疗系统股份有限公司
59	锦江院区 CT 室 9	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution Apex	管电压 140 kV 管电流 1300 mA	通用电气医疗系统有限公司
60	锦江院区 DR 室 3	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i Pro	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
61	锦江院区 DR 室 4	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i Pro	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
62	锦江院区 DR 室 5	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i Pro	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影

63	锦江院区 DR 室 6	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i Pro	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
64	锦江院区复合手术室 (OR-12)	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7m20	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
65	锦江院区复合手术室 (OR-23)	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	uAngio 960	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	上海联影
66	锦江院区骨密度检测室 1	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA	MilesMedical
67	锦江院区骨密度检测室 3	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA	MilesMedical
68	锦江院区骨密度检测室 4	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA	MilesMedical
69	锦江院区介入手术室 1	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Alphenix INFX-9000V	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	佳能
70	锦江院区介入手术室 2	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7m20	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
71	锦江院区介入手术室 3	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7m12	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
72	科研基地	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物 MicroCT	Micro	管电压 90 kV 管电流 0.2 mA	Rigaku Yamanashi corporation
73		兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	精准放疗仪	Smart	管电压 225 kV 管电流 45 mA	Tibidabo
74		兽用 X 射线装置	III类	使用	2	台	2	生物辐照仪	RS-2000	管电压 160 kV 管电流 25 mA	瑞德科技
								生物辐照仪	RS-2000	管电压 160 kV 管电流 25 mA	瑞德科技
75	泌尿手术室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	数字化泌尿 X 射线系统	Uroskop Omnia Max	管电压 150 kV 管电流 800 mA	西门子

76	模拟定位机房	放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	台	1	模拟定位机	Simulix-Evolution	管电压 125 kV 管电流 500 mA	Nucletron
77	生物安全型中小型动物CT室	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	生物安全型中小型动物CT	IRIS XL	管电压 80 kV 管电流 1 mA	Inviscan
78	手术间 12	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7M20	管电压 125 kV 管电流 800 mA	飞利浦
79	手术间 13	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7M20	管电压 125 kV 管电流 800 mA	飞利浦
80	手术间 21	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Discovery IGS 7OR	管电压 100 kV 管电流 1000 mA	GE
81	数字减影血管造影室 1	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	AlluraXper FD20	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦
82	数字减影血管造影室 2	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Allura Xper FD10	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦
83	数字减影血管造影室 3	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Allura Xper FD10	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦
84	数字减影血管造影室 5	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Azurion 7M12	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦
85	数字减影血管造影室 6	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Atis Q ZEN	管电压 125 kV 管电流 800 mA	西门子
86	数字胃肠钡剂造影室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	数字胃肠机	Sonialvision C200	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	北京岛津
87	体成分分析室	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物双能 X 射线骨密度仪	InAlyzer	管电压 80 kV 管电流 1.25 mA	深圳柏安诺科技有限公司
88	体检中心 CT 室	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	台	1	CT	UCT960+	管电压 140 kV 管电流 830 mA	上海联影
89	体检中心 CT 室 2	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution CT ES	管电压 140 kV 管电流 740 mA	GE

90	体检中心 DR 室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	上海联影
91	体检中心骨 密度测定室 1	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度 仪	MetriScan	管电压 60 kV 管 电流 0.33 mA	MilesMedical
92	体检中心骨 密度测定室 2	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度 仪	MetriScan	管电压 60 kV 管 电流 0.33 mA	MilesMedical
93	体检中心骨 密度测定室 3	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度 仪	MetriScan	管电压 60 kV 管 电流 0.33 mA	MilesMedical
94	体检中心骨 密度测定室 4	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	手指骨密度 仪	MetriScan	管电压 60 kV 管 电流 0.33 mA	MilesMedical
95	体外冲击波 碎石中心	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	碎石机	Dornier Compacts	管电压 110 kV 管电流 4 mA	DornierMedtech
96	温江院区 CT 室 1	医用 X 射线计算机断层扫 描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	SOMATOM Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA	西门子
97	温江院区 CT 室 2	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	CT	UCT968	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影
98	温江院区 CT 室 3	医用 X 射线计算机断层扫 描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	CT	SOMATOM DEFINITION FLASH	管电压 140 kV 管电流 1600 mA	西门子
99	温江院区 DR 室 1	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	RADSPEED M	管电压 150 kV 管电流 630 mA	Shimadzu
100	温江院区 DR 室 2	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	0	-	-	-	-
101	温江院区 DR 室 3	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	DR	Sonialvision Safire II	管电压 150 kV 管电流 800 mA	Shimadzu
102	温江院区 DR 室 4	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	0	-	-	-	-
103	温江院区 PET/CT 检查 室	医用 X 射线计算机断层扫 描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	PET/CT	Discovery 710 Clarity	管电压 140 kV 管电流 600 mA	GE

104	温江院区 SPECT/CT 检查室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	管电压 130 kV 管电流 345 mA	西门子
105	温江院区骨密度室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	骨密度仪	Lunar Idxa	管电压 100 kV 管电流 3 mA	GE
106		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	2	台	2	手指骨密度仪	METRISCAN	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA	MilesMedical
			III类					手指骨密度仪	METRISCAN	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA	MilesMedical
107	五号楼一层 实验室 107	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	动物 PET/CT	IRIS PET/CT	管电压 80 kV 管电流 1 mA	法国 Inviscan
108	小动物侵髓 实验室 1	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	生物辐照仪	PXi X-RAD 160	管电压 160 kV 管电流 25 mA	汇佳生物
109	小动物侵髓 实验室 2	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物生物辐照仪	RS2000pro	管电压 160 kV 管电流 25 mA	RadSource Technologies Inc
110	小动物侵髓 实验室 3	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物生物辐照仪	RS2000pro	管电压 160 kV 管电流 25 mA	RadSource Technologies Inc
111	小动物侵髓 实验室 4	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物活体三维多模式成像系统	IVIS®Spectrum CT	管电压 50 kV 管电流 1.0 mA	Hopkinton,MA USA
112	医技楼五楼 呼吸 DSA	血管造影用 X 射线装置	II类	使用	1	台	1	DSA	Artis Qceiling	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	西门子
113	移动 CT (锦江院区病房等场所移动使用)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	移动 CT	MCT-II	管电压 120 kV 管电流 8 mA	江苏摩科特医疗科技有限公司
114	移动 CT (神经外科病房等场地移动使用)	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	2	台	2	移动 CT	MCT-II	管电压 120 kV 管电流 8 mA	江苏摩科特医疗科技有限公司

			III类				移动 CT	NL3000	管电压 140 kV 管电流 7 mA	纽洛捷科公司
115	移动 C 臂 (2 住手术室等 使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	OEC One CFD	管电压 110 kV 管电流 25 mA
116		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	OEC One CFD	管电压 110 kV 管电流 25 mA
117		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Ziehm RFD 3D	管电压 125 kV 管电流 250 mA
118	移动 C 臂 (3 住手术室等 使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Ziehm Solo FD	管电压 125 kV 管电流 250 mA
119	移动 C 臂 (二楼骨科手术 室等场地移 动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Ziehm vario 3D	管电压 110 kV 管电流 20 mA
120		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Cios Spin	管电压 125 kV 管电流 250 mA
121	移动 C 臂 (二 楼急诊手术 室等场地移 动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA
122	移动 C 臂 (二 楼急诊手术 室等场地移 动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	3	台	3	移动小 C	Ziehm Solo FD	管电压 110 kV 管电流 10 mA
								移动小 C	Ziehm Solo FD	管电压 120 kV 管电流 24 mA
								移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA
123	移动 C 臂 (十 二楼儿外手 术室等场地 移动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA

124	移动 DR (本部各住院大楼病区等移动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
125		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
126		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
127		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
128	移动 DR (锦江院区病房等场所移动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
129		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
130		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	WHA-200	管电压 110 kV 管电流 3 mA	Shimadzu
131		医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	移动小 C	uMC 560i	管电压 110 kV 管电流 35 mA	上海联影
132	移动 DR (温江院区病房等场所移动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	2	台	2	移动 DR	MobiEye 700A	管电压 150 kV 管电流 630 mA	迈瑞
			III类					移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 150 kV 管电流 400 mA	Shimadzu
133	移动式 C 型臂 X 射线系统(锦江院区四楼手术室等场所移动使用)	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	3	台	3	移动 C 臂	Ziehm RFD 3D	管电压 120 kV 管电流 250 mA	德国奇目
			III类					移动小 C	OEC One CFD	管电压 25 kV 管电流 110 mA	GE
133	移动式 C 型臂 X 射线系统(锦江院区四楼手术室等场所移动	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	3	台	3	移动 C 臂	Ziehm RFD	管电压 120 kV 管电流 250 mA	德国奇目

	使用)									
134	转化医学楼 CT12 室	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	CT	Revolution Apex	管电压 140 kV 管电流 1300 mA GE
135	转化医学楼 ERCP 室 2	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	转化医学楼 ERCP	N90	管电压 150 kV 管电流 900 mA 飞利浦
136	转化医学楼 PET/CT 检查 室 1	医用 X 射线计算机断层扫 描 (CT) 装置	III类	使用	1	台	1	PET/CT	uM780	管电压 140 kV 管电流 667 mA 上海联影
137	转化医学楼， 负一层，实验 室	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	micro PET/CT	IRIS	管电压 80 kV 管 电流 1 mA 英为斯康
138	转化医学楼 负一楼核医 学实验室 lab3	兽用 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	小动物 SPECT/CT	U-SPECT/7CT	管电压 65 kV 管 电流 1.1 mA MILabs 公司
139	转化医学楼 回旋加速器 机房	制备正电子发射计算机断 层显像装置 (PET) 放射性 药物的加速器	II类	使用	1	台	1	回旋加速器	Kiube 100	粒子能量 18 MeV IBA
140	转化医学楼 碎石间	医用诊断 X 射线装置	III类	使用	1	台	1	体外冲击波 碎石机	Dornier Compact Delta II	管电压 110 kV 管电流 6.5 mA 多尼尔医疗科技 有限公司

表 2：放射源

序号	核素	总活度(Bq)/活度(Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	工作场所	贮存方式与地点	备注
1	⁶⁸ Ge	$7.40 \times 10^7 \text{Bq} \times 1 \text{ 枚}$	V	使用	PET/CT 校准	核医学科 PET/CT 机房	核医学科源库	本项目新增
2	⁶⁸ Ge	$7.40 \times 10^7 \text{Bq} \times 1 \text{ 枚}$	V	使用	PET/CT 校准	核医学科 PET/CT 机房	核医学科源库	

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	备注
1	¹⁸ F	液态	使用	7.40E+09	7.40E+06	9.25×10^{12}	显像诊断	很简单操作	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增
	¹⁸ F (备药量)	液态	贮存	2.96E+10	2.96E+06		——	贮存	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增
2	⁶⁸ Ga	液态	使用	3.70E+09	3.70E+07	2.775×10^{12}	显像诊断	简单操作	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增
	⁶⁸ Ga (备药量)	液态	贮存	7.40E+09	7.40E+05		——	贮存	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增
3	^{99m} Tc	液态	使用	2.78E+10	2.78E+07	1.39×10^{13}	显像诊断	很简单操作	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增
	^{99m} Tc (备药量)	液态	贮存	2.78E+10	2.78E+06		——	贮存	锦江院区 核医学科	核医学科源库	本次新增

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、教学等各种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X射线能量(MV)	额定电流(mA) / 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗(含X射线CT诊断)、分析仪器等

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	PET/CT	III类	1台	联影 uMI 780	140	833	显像诊断	核医学科 PET/CT 机房	本项目新增
2	SPECT/CT	III类	1台	未定	140	800	显像诊断	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(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	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
放射性固废：一次性注射器、口罩、手套、棉签、空药瓶以及擦拭废物、废 ⁶⁸ Ge 放射源	固体	¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ge、	/	/	880kg/a	/	按单光子和正电子核素分类收集，暂存于核医学科放射性固废间内，并编号记录存储日期(含 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ^{99m} Tc 放射性固废暂存超过 30d。	暂存衰变，经监测达标（辐射剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理，转运至院区医疗废物暂存间，定期交由有资质单位回收处理。使用过的废 ⁶⁸ Ge 放射源直接由生产厂家回收。
放射性废水：含放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ^{99m} Tc	/	/	150.74m ³ /a	总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$	放射性废水通过专用管道排至衰变池中暂存	暂存衰变 30 天后直接排放。
放射性气溶胶：分装时可能产生的微量气溶胶。	气体	¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ^{99m} Tc	/	/	极少量	/	/	独立排风管道引至 2 号楼裙楼屋顶，经过滤器过滤后排放。
PET/CT、SPECT/CT 产生的臭氧	气体	/	/	/	/	极少量	——	
更换后的过滤器滤芯	固体	/	/	/	100kg/a	/	暂存于核医学科放射性固废间内	暂存衰变经监测达标（辐射剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）后，作为一般工业固废处理。

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 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《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）（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令第 709 号）；</p> <p>(5) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号）；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号）；</p> <p>(10) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环公告 2017 年第 65 号）；</p> <p>(11) 《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）；</p> <p>(12) 《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》（生态环境部 公告 2019 年 第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(13) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号文）；</p>
------	--

	<p>(14) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过）；</p> <p>(15) 《四川省环境保护厅关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知》（川环办〔2010〕49号），2010年3月29日实施。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188—2021）；</p> <p>(3) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>(4) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(5) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-89）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(7) 《职业性内照射个人监测规范》（GBZ129-2016）；</p> <p>(8) 《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>(9) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(11) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；</p> <p>(12) 《公众成员的放射性核素年摄入量限值》（WS/T613-2018）；</p> <p>(13) 《核安全导则 核技术利用放射性废物最小化》（HAD401/11-2020）；</p> <p>(14) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。</p>
其他	<p>(1) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）；</p> <p>(2) 《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》（生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日施行）；</p> <p>(3) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616号）；</p> <p>(4) 《2024年成都市生态环境质量公报》；</p> <p>(5) 《辐射防护手册（一分册、三分册）》（原子能出版社 潘志强编著）；</p>

- | | |
|--|---|
| | <p>(6) 《辐射防护导论》（原子能出版社 李士骏主编）；
(7) 项目委托书及建设单位提供的其他资料。</p> |
|--|---|

表 7：保护目标与评价标准

评价范围					
本项目为使用乙级非密封放射性物质工作场所、III类射线装置和V类放射源，且项目所在场所有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，结合本项目的特点，确定评价范围为核医学科边界外 50m 范围内的区域。					
保护目标					
本项目核医学科位于门急诊住院综合楼第一住院楼一侧东侧一端，50m 范围内的区域均在医院院界内。根据核医学周围的外环境关系和平面布局，以及项目场址周围环境特点，确定该项目评价范围内的保护目标（见表 7-1）。					
场所	保护名单	人 数	位 置	距离辐射源的距离	
核医学科	职业	核医学科工作人员	10 人	分装注射室、SPECT/CT 控制室、PET/CT 控制室、源库、放射性废物间等	水平距离 0.5~10m
	公众	核医学科周围医院其他工作人员，患者，陪护人员等	约 100 人	西北侧加压送风机房，架空通道行人，物资库房工作人员，室外道路行人和空调机房等；	水平距离 1m~50m
			约 100 人	西南侧楼梯行人、变电所工作人员、走廊行人、电梯厅行人、包装灭菌区工作人员、创伤急救区工作人员等；	水平距离 1m~50m
			约 200 人	东南侧室外道路行人，CT 室、DR 室、抢救室、隔离治疗区、药房、采血室、超声室、心电室和等候区工作人员及患者，值班室工作人员、设备间、卫生间等；	水平距离 3.2m~50m
		约 100 人	东北侧室外架空过道行人、室外道路行人、消防控制室、配电房、弱电机房、配电房等工作人员、卫生间、电梯厅行人等；	水平距离 3.3m~50m	
			约 200 人	上方对应二楼出入院大厅、走廊、三楼为心电图室和超声室以及候诊区；四楼为麻醉医生办公室、库房、会议室、男更衣室和女更衣室；五楼为急诊检验室、标本制备室、试剂准备室和文库制备室；	垂直距离 5.4m~21m
			约 10 人	下方负一楼为送风机房、停车场和车行道行人。	垂直距离 -5.2m

--	--	--	--	--	--

评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下。

1、环境质量标准

(1) 地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准;

(2) 臭氧需满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级浓度限值中1小时均值 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，同时满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)中1小时均值 $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(3) 声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准。

2、污染物排放标准

(1) 废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996)中的二级标准;

(2) 施工期噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)相关标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准。

(3) 废水：执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2限值。其中放射性废水经衰变池衰变后满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中总 β 不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$ 的要求。

3、剂量约束值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv。②公众照射：第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量1mSv。根据辐射防护最优化的原则，结合建设单位实际情况，考虑建设单位已有辐射源项的条件下，根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)，一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

综上，本次评价按照职业照射个人受照剂量管理限值5mSv/a、公众照射个

人受照剂量管理限值 0.1mSv/a 执行。

2、放射性表面污染控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B11 工作场所的放射性表面污染的控制水平见表 7-2。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平

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	40
	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		0.4

3、控制剂量率水平

(1) 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(2) 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

①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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，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 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

②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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，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 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4、放射性废水

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），对于槽式衰变池贮存方式：

①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；

②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），按照 GB18871 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 $1\text{Bq}/\text{L}$ 、总 β 不大于 $10\text{Bq}/\text{L}$ 。

5、放射性废物

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），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 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- ①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；
- ②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；

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 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，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 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

四川大学华西医院锦江院区位于成都市锦江区成龙路街道办新华村一、二、八组，三圣街道办粉房堰村四组，幸福村一组，医院周围都是交通道路和商业住宅区，交通便捷。根据现场踏勘，医院目前正常运营，本项目评价范围内没有居民敏感点。本项目拟建地现场周围环境情况见图8-1。



图8-1 项目拟建地及周围环境现状

1、监测因子

本项目为使用乙级非密封放射性物质工作场所、III类射线装置和V类放射源，本项目主要的污染因子为电离辐射和臭氧。根据《2024年成都市环境空气质量状况》，2024年，成都市臭氧(O₃)日最大8小时平均浓度值第90百分位数为145微克/立方米。满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级浓度限值中1小时均值≤0.2mg/m³。

为掌握项目拟建地辐射水平，四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)重点对项目拟建地贯穿辐射环境和表面污染进行了现状监测，监测结果列于表8-2和8-3。

2、监测布点方案

本项目尚未建设，根据本项目辐射工作场所布置情况及外环境关系，本次选择在核医学科拟建场所内外、楼上楼下房间共布设7个监测点位以反映区域辐射环境质量状况。项目拟建地周围评价范围内有CT和DR医用III类射线装置监测时评价范围内的射线装置处于运行状态，由于这些III类射线装置经过机

房屏蔽后对外环境几乎没有影响，加上与本项目之间有一定距离，所以不会影响到本项目的监测结果。本次监测点位能反映本项目所在区域的现状值，其监测点位布设合理。

3、监测标准

- (1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);
- (2) 《表面污染测定 第1部分 β 发射体($E\beta_{max} > 0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)。

4、监测时间

- (1) 2025年12月10日。

5、监测外环境条件

环境温度：12.4°C~13.5°C；环境湿度：63.1%~65.3%；天气状况：晴。

6、监测工况

2025年12月10日监测时项目尚未建设。

7、监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：CF0355 能量响应范围：25keV~3MeV 测量范围：1~10000($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$) 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20250206009 号 校准日期：2025-03-05 有效日期：2026-03-04
β 表面污染活度	《表面污染测定 第1部分 β 发射体($E\beta_{max} > 0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)	仪器名称： α 、 β 表面沾污仪 仪器型号：LB124 仪器编号：CF0252 能量响应范围：50keV~1.3MeV 测量范围： β 道：0~50000cps 检定单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：检定字第 J20251011003 号 检定日期：2025-11-04 有效日期：2026-11-03

8、监测质量保证

四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

- (1) 监测前制定监测方案，合理布设监测点位，使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；
- (2) 监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- (3) 监测所用仪器经国家计量检定部门检定合格，且在有效检定周期内。监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行，现场监测仪器每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并采用定点场对仪器进行校验；
- (4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照单位《质保手册》、《作业指导书》及仪器作业指导书的有关规定实行；
- (5) 监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；
- (6) 建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；
- (7) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

9、监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目拟改建区域 X- γ 辐射剂量率

序号	点位名称	X- γ 辐射剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	备注
1	病案库（核医学科拟建地）	10.2	0.20	室内
2	室外等候区（核医学科西北侧）	10.6	0.16	室外
3	楼梯间（核医学科西侧）	10.4	0.25	室内
4	室外走廊（核医学科东北侧）	10.5	0.19	道路
5	病案办公室（核医学科拟建地）	10.8	0.19	室内
6	出入院服务大厅（核医学科楼上）	9.6	0.15	

7	地下停车场（核医学科楼下）	7.1	0.14	
---	---------------	-----	------	--

注：以上监测数据未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表8-3 本项目拟建地及周围 β 表面污染活度监测结果

序号	点位名称	β 表面污染活度 (Bq/cm ²)	标准差 (Bq/cm ²)	备注
1	病案库（核医学科拟建地）	0.01	0.002	室内
2	室外等候区（核医学科西北侧）	0.01	0.002	室外
3	楼梯间(核医学科西侧)	0.01	0.002	室内
4	室外走廊（核医学科东北侧）	0.01	0.003	道路
5	病案办公室(核医学科拟建地)	0.01	0.002	室内
6	出入院服务大厅（核医学科楼上）	<0.01	/	
7	地下停车场（核医学科楼下）	<0.01	/	

注：“<0.01”表示低于仪器测定下限。

根据监测报告，本项核医学科拟建地及周围X- γ 辐射剂量率范围为71nGy/h~108nGy/h；处于成都市生态环境局《2024成都生态环境质量公报》中成都市环境 γ 辐射剂量率自动监测年均范围66.7nGy/h~117nGy/h，属于当地正常辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期施工工序及产污环节图如下：

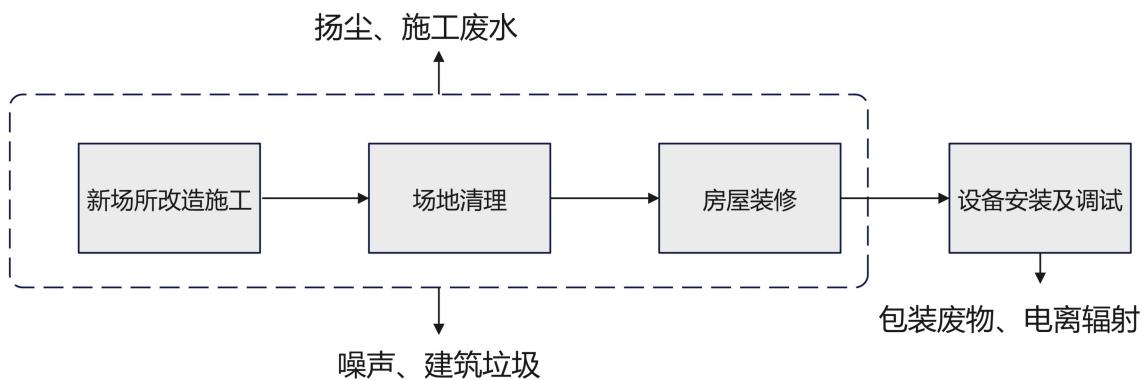


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

本项目新增辐射工作场所位于已有门急诊医技住院综合楼第一住院楼一楼东侧一端。拟将该区域急诊病案库、病案办公室、病案打印室和空调机房拆除，不留原有墙体和格局，将原有 12cm 的混凝土顶板和有 20cm 的混凝土底板分别用硫酸钡板加厚，墙体采用 37cm 实心砖墙+硫酸钡板修建，改造为核医学科。另将地下一层部分车位改建为衰变池。

本项目施工期主要环境影响表现为施工噪声、施工废水、建筑粉尘和建筑垃圾等，各手术室施工时注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接且不要有漏缝，各屏蔽体应有足够的超边量，墙与墙之间须紧密贴合，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，避免各屏蔽体之间有漏缝产生，防止辐射泄漏。同时要防止噪声扰民。

(一)建筑粉尘

由于本项目施工期工程量较小，均为室内改造，且为打围施工，故产生扬尘量较小。

(二)噪声

施工期噪声包括墙体拆除、各类机械的噪声，由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。

(三)废水

施工期产生少量施工废水和施工人员的生活污水，施工废水和生活污水产量

较小，可依托医院现有污水处理设施处理后纳入市政污水管网。

(四)固体废物

房屋改造过程中会产生的少量建筑垃圾，施工人员会产生少量的生活垃圾。

2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT（均为III类射线装置），本项目射线装置的运输、安装、调试均由设备厂家专业人员负责，该阶段会产生 X 射线和少量臭氧，造成短期辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。医院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，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时机房必须上锁并派人看守。

二、营运期工艺分析

(一) 氟-18、镓-68、锝-99m 显像诊断

1、工作原理

(1) PET/CT 显像工作原理

PET 即正电子扫描仪 (Positron Emission Tomography) 为分子影像设备。由于在核成像中要求能发射 γ 射线，原理是通过标记参与人体代谢的某些化合物的元素，例如，把氟、镓的同位素 (氟-18、镓-68) 注入人体后成为稳定的化合物，在活体内参与细胞代谢。用这种正电子发射体取代正常和稳定元素，即形成了此类元素的化合物，此类化合物也是半衰期适合的天然化合物，当此类化合物的正电子与人体内的电子结合时，发生湮灭效应，产生两个能量相同而彼此运动相反的 γ 射线。根据人体不同部位吸收标记化合物能力的不同，同位素在人体内各部位的浓聚程度不同，湮灭反应产生光子的强度也不同。用环绕人体的 γ 射线检测器环列，用符合探测的方法能探测到随位置变化的符合计数，再经过符合计数技术，即可判定这一对 γ 光子辐射的轨迹线，该线经过湮灭源或称确定了这种多次蜕变作用的路径，按照一定规律被计算机采集下来。

PET/CT 的工作原理是把 PET 和 CT 放在一起，利用体外的 X 射线穿透人体而获得三维解剖图像的断层成像技术，通过 PET 扫描和 CT 扫描重建，联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。工作时，其 CT 球管发射 X 线穿透人体组织，其探测器获得的数据不仅用于重建 CT 图像，同时提供给 PET 作为衰减校正的参数，

在此基础上再进行 PET 图像的重建。所显示的图像为两者图像的融合的结果，即细胞的代谢显像和所处的解剖位置。

（2）SPECT/CT 显像工作原理

SPECT 即单光子发射计算机断层成像术（Single-PhotonEmissionComputed Tomography），SPECT 的基本结构分三部分，即旋转探头装置、电子线路、数据处理和图像重建的计算机系统。SPECT 除显示肿瘤病灶外，尚可显示局部脏器功能的变化，广泛用于心、脑、肾、骨、肺等多种脏器疾患的显像检查。本项目 SPECT/CT 使用放射性核素锝-99m，将锝-99m 引入人体，经代谢后在脏器内外或病变部位和正常组织之间形成放射性浓度差异，通过计算机处理再成像。SPECT 的基本成像原理是 γ 照相机探头的每个灵敏点探测沿一条投影线进来的 γ 光子，其测量值代表人体在该投影线上的放射性之和。

SPECT/CT 的工作原理是把 SPECT 和 CT 放在一起，利用体外的 X 射线穿透人体而获得三维解剖图像的断层成像技术，通过 SPECT 扫描和 CT 扫描重建，联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。工作时，其 CT 球管发射 X 线穿透人体组织，其探测器获得的数据不仅用于重建 CT 图像，同时提供给 SPECT 作为衰减校正的参数，在此基础上再进行 SPECT 图像的重建。所显示的图像为两者图像的融合的结果，即细胞的代谢显像和所处的解剖位置。

污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自以下 2 个方面：①施工场地废水；②施工人员生活污水。

2、扬尘

施工产生的地面扬尘主要是来自一些建筑材料搬运扬尘；装修产生的粉尘以及来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要包括施工废渣土、施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾，由于工程规模较小，产生量较少。

4、噪声

房屋改造施工和车辆运输的噪声。

二、运营期污染源

（1）电离辐射

①本项目使用核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，运行期产生的电离辐射为 β 射线、 γ 射线和轫致辐射；

②操作时，放射性核素可能逸出或飞散到工作场所表面，产生 β 表面沾污；

③PET/CT 和 SPECT/CT 运行时，产生 X 射线；

（2）废气

核医学科涉及使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 均属于液态放射性药物，在分装过程中采取注射器进行抽取， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 部分为成品针剂，并最终通过静脉注射进入病人体内，在整个过程中上述放射性核素几乎不产生放射性废气。

（3）废水

①本项目显像诊断病人（ ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）不需要进行住院观察，注射给药后产生的废水主要为少量排泄、清洗废水，根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），显像诊断病人用水定额以 10L/（人·d）计。

②场所台面采取干法去污，极少数情况下，因操作人员违规操作，未佩戴一次性橡胶手套或手套破裂，出现人员皮肤污染，则需要进入去污间清洗去污，会产生

少量放射性废水，按 $2L/d$ 计算。

(4) 放射性固废

① ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{99m}Tc 、采取注射的方式进行给药，产生的固体废物包括：一次性注射器、口罩、手套、空药瓶以及棉签等废物，产生量约 $50g/(d \cdot \text{人次})$ 。

②PET/CT 使用的 ^{68}Ge 校正源每隔 12~18 个月更换一次，更换时将产生废 ^{68}Ge 放射源，由生产厂家回收。

③核医学科内手套箱顶部自带过滤器，手套箱和场所排风管道在楼顶排放前设置有高效+初效过滤器，。

④用于擦拭工作场所的湿巾和工作人员的污染的一次性防护服每日产生量约 300g。

(4) 噪声

本项目噪声主要来自 6 个排风机，风机为低噪声离心柜式排风机，放置在风机箱内，风机连续排风，产生一定的噪声，噪声源强分别为 74dB(A)、75dB(A)、64dB(A)、77dB(A)、64dB(A)、74dB(A)，经过内机箱隔声和距离衰减后，医院院界噪声可以达标，对周围声环境影响较小。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施		
一、平面布置合理性分析		
<p>核医学科位于 2 号楼最东侧一层，核医学科西北侧为病人等候区、加压送风机房、走廊、楼梯；西南侧为 2ES 变电所；东北侧为室外架空过道；东南侧为室外绿化、道路；楼上为出入院等候区、走廊；楼下为送风机房、楼梯过道。</p> <p>核医学科自北向南、自西向东依次为患者入口、患者走廊、ECT 注射位、PET 注射位、分装注射室、源库、卫生通过间、医护卫生间、SPECT 注射后等候室、患者卫生间、PET 注射后等候室、SPECT 注射后等候室、PET 注射后等候室、PET/CT 机房、控制室、SPECT/CT 机房、设备间、留观抢救室、洁具间、放射性废物暂存间、患者出口。由于建设条件限制，注射后患者共用一个卫生间，该卫生间位于两个等候室中间，与两个注射后等候室相邻布置。</p> <p>整个核医学科设置有独立门禁出入口，非工作人员引导不能直接进入，整个场所封闭管理，相对独立。</p>		
表 10-1 核医学科平面布局与《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）对照分析一览		
表		
标准要求	设计落实情况	备注
核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。	①本项目核医学科只涉及诊断场所，不含住院治疗场所；②本项目核医学科高活区域已采取集中布置设计，且布置于核医学科的一端，可防止交叉污染；③已设置独立的源库和放射性废物间；④已设置单向门禁系统，可有效控制给药后患者的活动空间。	满足
核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。	本项目设置有独立的工作人员和患者通道，可以避免医生病人交叉影响，同时针对放射性药物和放射性废物转移采取时间管控措施，避免交叉影响，且源库临近场所入口，放射性废物间临近场所出口，其运送通道已尽可能短捷。	满足
核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，	①本项目核医学科设置有独立的PET注射后等候室、SPECT注射后等候室和留观抢救室，同时场所内设置病人单向流通门禁系统，可有效控制病人流动范围，避免工作人	满足

为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。	员和公众受到不必要的照射; ②控制区出入口已设计工作人员卫生通过区域和缓冲区, 配备更衣、冲洗、淋浴和表面沾污监测设备, 辐射工作人员需经过表面沾污监测→合格→更衣流程后离开; ③已设计给药后患者的专用卫生间, 针对用药病人排泄废水的收集采用独立下水管道排入衰变池。	
---	---	--

综上所述, 本项目核医学科平面布局满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021), 核医学科位置相对封闭且独立, 功能用房相对集中且齐全, 基本满足功能需要, 设施布局顺序和诊断流程一一对应, 便于放射性药物给药、检查等步骤的逐步实施, 各组成部分功能分区明确, 满足诊治工作要求, 既能有机联系, 又不相互干扰, 且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流较多的区域。在设计阶段, 所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局, 同时兼顾了病人就诊的方便性。从辐射安全的角度考虑, 本项目辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后对周围辐射环境影响是可接受的, 平面布置合理。

二、工作区域管理

1、分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。

控制区: 在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散, 以及在一定程度上预防或限制潜在照射, 要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。

监督区: 未被确定为控制区, 正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施, 但要不断检查其职业照射状况的指定区域。

2、控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义, 以及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021), 结合项目平面布置、辐射防护和环境特点进行辐射防护分区划分。

本项目控制区和监督区划分情况见下表和附图6。

表 10-2 本项目工作区域划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
核医学科	分装注射室、源库、患者走廊、患者注射位、放射性废物间、SPECT/CT 机	卫生通过间、去污间、控制室(含缓冲通道、男更、女更)。	控制区内禁止无关人员进入, 职业工作人员在进行日常工作时候必须穿戴防护用品, 以减少不必要的照

房、PET/CT 机房、SPECT 注射后等候室、PET 注射后等候室、患者卫生间、留观抢救室、设备间、洁具间。	射，避免表面污染。 监督区范围内应限制无关人员进入。 为防止无关人员进入核医学科衰变池所在位置，应在衰变池周围设置隔离围栏，并张贴电离辐射警告标识。
--	--

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-1；

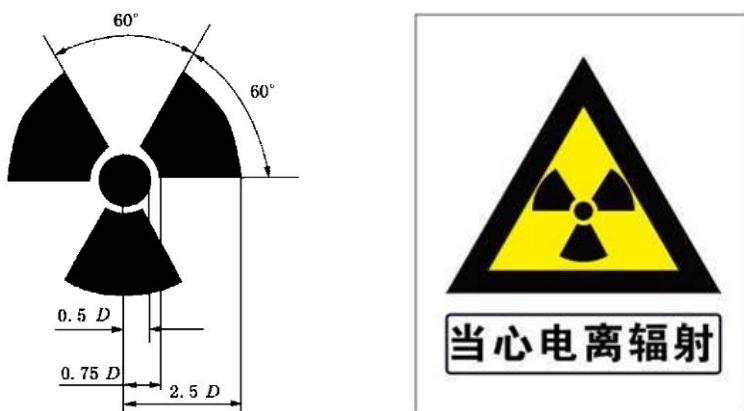


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

4、监督区防护手段与安全措施

①监督区边界以黄线警示；

②在监督区的入口处设立表明监督区的标识或标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取额外的防护措施。

三、辐射安全及防护措施

1、防护要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），核医学的开放型工作场所按操作放射性核素的权重活度分为三类，见表 10-3。

表 10-3 临床核医学工作场所分级

分级	权重活度, MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50

注: 权重活度= (计划的日最大操作活度×核素毒性权重系数) /操作性质修正系数。

本项目放射性核素毒性权重系数和操作性质修正系数见表 10-4 和 10-5, 项目拟使用核素权重活度结算结果表见表 10-6。

表 10-4 本项目放射性核素的毒性权重系数

类别	放射性核素	权重系数
B	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1

表 10-5 不同操作性质的修正系数

操作方式和地区	修正系数
贮存	100
废物处理; 闪烁法计数和显像; 候诊区及诊断病床区	10
配药、分装以及施给药; 简单放射性药物制备; 治疗病床区	1
复杂放射性药物配置	0.1

表 10-6 本项目拟使用核素权重活度结算结果

场所	核素	日最大操作量 (Bq)	操作性质修正系数	核素毒性权重因子	计算结果 (Bq)	合计结果 (MBq)	场所类别
分装注射室	^{18}F	7.40E+09	1	1	7.40E+09	3.89E+04	II
	^{68}Ga	3.70E+09	1	1	3.70E+09		
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	2.78E+10	1	1	2.78E+10		
PET 注射后等候室	^{18}F	7.40E+09	10	1	7.40E+08	1.11E+03	II
	^{68}Ga	3.70E+09	10	1	3.70E+08		
SPECT 注射后等候室	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	2.78E+10	10	1	2.78E+09	2.78E+03	II
PET/CT 机房	^{18}F	7.40E+09	10	1	7.40E+08	1.11E+03	II
	^{68}Ga	3.70E+09	10	1	3.70E+08		
SPECT/CT 机房	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	2.78E+10	10	1	2.78E+09	2.78E+03	II
留观抢救室	^{18}F	7.40E+08	10	1	7.40E+07	1.67E+02	II
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	9.25E+08	10	1	9.25E+07		
源库	^{18}F	3.70E+10	100	1	3.70E+08	1.04E+03	II
	^{68}Ga	1.11E+10	100	1	1.11E+08		
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	5.55E+10	100	1	5.55E+08		
放射性废物间	^{18}F	1.43E+08	10	1	1.43E+07	1.00E+03	II
	^{68}Ga	1.22E+06	10	1	1.22E+05		
	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	9.87E+09	10	1	9.87E+08		

根据表 10-6 计算结果, 可以得出不同级别工作场所室内防护要求, 见表 10-7。

表 10-7 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求

场所级别	工作场所	地面	表面	分装柜	通风	管道 ^①	清洗及去污设备
II	分装注射室、源库、放射性废物间、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、SPECT 注射后等候室、PET 注射后等候室、留观抢救室	与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要	良好通风	普通管道	洗手盆 ^② 和去污设备

①下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修。

②洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

综上所述，通过计算，分装注射室、源库、放射性废物间、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、SPECT 注射后等候室、PET 注射后等候室、留观抢救室需达到 II 级场所防护要求。

根据场所各级防护要求，本项目核医学科具体设计情况见下表。

表 10-8 本项目非密封放射性物质工作场所防护设计落实情况

工作场所	地面	工作台面	手套箱	室内通风	管道	清洗及去污设备
核医学科	墙面与地面交接做圆角处理，地面全部敷设易去污并可以拆除更换的材料，且地面光滑，易去污，受辐照后不易老化，且防水。	分装注射室内操作台设置易清洗不锈钢台面。	分装注射室内设置 2 个手套箱，风速大于 0.5m/s。	已设计独立排风系统，由管道引至裙楼屋顶上方排放，排入大气环境，排气口高出屋面，通排风管道不对非核医学科开放接口。	已设计独立下水系统，连接至并联衰变池。	拟设置表面沾污检测设备和去污设施。

2、防护措施

本项目非密封放射性物质工作场所采取的辐射防护与放射性污染防治措施主要包括以下方面：

(1) 建筑物屏蔽设计

本项目核医学科的设计和修建均由相应资质的单位进行设计和装修，场所各房间四周、屋顶和底板均修建相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽，屏蔽防护设计情况见下表。

表 10-9 核医学科各房间防护情况一览表

工作场所	四面墙体	屋顶	底板	门	窗/手套箱
分装注射室	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡	120mm 厚混凝土+32mm 厚的硫酸钡	200mm 厚的混凝土 +10mm 厚	6mmPb	PET 注射窗:30mmPb,E _{CT} 注射窗

	板	板	的硫酸钡板		5mmPb, PET 手套 箱:50mmPb,E CT 手套箱: 5mmPb
SPECT 注射后等 候室	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+30mm 厚的硫酸钡 板	200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	3mmPb	/
PET 注射后等 候室	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板(密度为 3.2t/m ³)	120mm 厚混 凝土+30mm 厚的硫酸钡 板	底板为 200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	8mmPb	/
PET/CT 机房	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+30mm 厚的硫酸钡 板	200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	患者出入 防护门 4mmPb, 控 制室防护 门 4mmPb	4mmPb 观察 窗
SPECT/CT 机房	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+30mm 厚的硫酸钡 板	200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	3mmPb	4mmPb 观察 窗
留观抢救室	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+20mm 厚的硫酸钡 板	底板为 200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	6mmPb	/
源库	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+20mm 厚的硫酸钡 板	200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	6mmPb	/
放射性废物间	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+20mm 厚的硫酸钡 板	200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	6mmPb	/
出入口防护门	/	/	/	入口 6mmPb, 出 口 6mmPb	/
患者通道	四周墙体均为 370mm 实心砖 +10mm 厚的硫酸钡 板	120mm 厚混 凝土+20mm 厚的硫酸钡 板	底板为 200mm 厚 的混凝土 +10mm 厚 的硫酸钡板	/	/

衰变池周围构筑物	四面墙体为 30cm 厚 实心砖	顶部为 30cm 混凝土	/	/	/
----------	---------------------	-----------------	---	---	---

根据后续章节计算,场所各房间屏蔽设计满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中规定的“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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,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 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”的控制剂量率要求。

(2) 储存过程的防护措施

装有放射性药物(氟-18、镓-68、锝-99m)的西林瓶和成品针剂放入铅容器内并外包后转运至医院核医学科,外包装表面辐射剂量率水平满足《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019)“货包表面任意一点的最高辐射水平为 $0.005\text{mSv}/\text{h} < H \leq 0.5\text{mSv}/\text{h}$ ”的要求,其中单个包装的氟-18 和镓-68 分别置于 50mmPb 铅罐中,锝-99m 置于 10mmPb 铅罐中。

(3) 操作过程的防护措施

①氟-18、镓-68:在分装注射室内的PET手套箱(50mmPb)中进行氟-18、镓-68的分装、测活度,注射器带有10mmPb的防护套,注射时辐射工作人员和患者之间设置有防护注射窗(30mmPb)。

②锝-99m:锝-99m为成品针剂,在分装注射室内的SPECT手套箱(5mmPb)中确认活度、套上5mmPb的防护套后,在分装注射室进行注射操作,注射时辐射工作人员和患者之间设置有防护注射窗(5mmPb)。

操作过程中,辐射工作人员应穿着铅衣、铅帽、铅围脖、戴铅眼镜等,其防护铅当量均为 0.5mmPb。同时,在 PET/CT 机房内设置 1 扇 5mmPb 铅屏风、SPECT/CT 机房内设置 1 扇 2mmPb 铅屏风,用于辐射工作人员在对病人进行摆位时的防护。

(4) 对注射后病人防护措施

首先告知病人及家属辐射可能带来的危害性,注射病人要与陪护人员实行隔离,陪护人员应在核医学科外候诊大厅等候,并尽量远离核医学科非密封放射性物质工作场所,同时要求病人在注射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专用卫生间,最终排入衰变池。

(5) 辐射安全措施

①电离辐射警告标志和工作状态指示灯

拟在核医学科工作场所控制区出入口、各房间防护门外和铅废物桶表面设置明显的电离辐射警告标志，警示人员当心电离辐射；拟在 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房患者通道防护门上方设置工作状态指示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时指示灯为红色，防护门打开时，指示灯灭。

②紧急止动装置

拟在 PET/CT、SPECT/CT 的控制室操作台和治疗床上安装供紧急情况使用的强制终止照射的紧急止动按钮。一旦在检查过程中出现紧急情况，工作人员按下紧急止动按钮即可令 PET/CT 和 SPECT/CT 停止运行。

③视频监控和对讲装置

拟在非密封放射性物质工作场所范围内设置视频监控系统，便于观察受检者的情况、工作场所进出口情况；PET/CT 机房、SPECT/CT 机房和控制室之间拟安装对讲装置，便于工作人员通过对讲装置与机房内受检者联系。

④门禁系统

拟在非密封放射性物质工作场所控制区出入口处设置专用门禁系统，对病人的出入进行控制，防止无关人员入内。

⑤专用厕所

设置专用厕所供 PET 注射后患者、SPECT 注射后患者使用，废水以及可降解厕纸通过真空泵抽吸经专用管道排入衰变池内。厕所内洗手台/盆拟采用感应式水龙头，设置节水坐便器。

⑥源库

本项目使用的放射性药物均由本部供应，放射性药物货包于当日营业前通过核医学科西北侧患者通道入口经分装注射室，贮存于源库内的双人双锁保险柜中或者直接放入手套箱内，药物当日用完，不过夜，如有剩余的少量药物，放入吸脂棉球，与分装注射室的其他放射性固废处理方式一并处理。源库拟设置监控摄像头和固定式剂量报警仪，防止放射性物品丢失或撒漏。

放射性药物台账清晰完善，内容包括生产单位、生产日期、到货时间、核素种类、理化性质、活度和使用情况的详细记录等。

医院应建立完善的放射性核素贮存、领取、使用、归还登记和检查制度，做

到交接账目清楚、账物相符，记录资料完整。

⑦“两区”内安全防护措施规定

辐射工作人员离开辐射工作场所前应脱掉一次性防沾污服和手套，然后进行表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

（6）辐射安全措施

表面沾污的影响主要来源于医生操作时，放射性物质逸出或飞散在操作台、地板、注射窗、个人防护用品等表面，对职业人员和公众造成辐射影响，为保证非密封放射性物质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，提出以下管理措施和要求：

①针对放射性核素的分装和活度测量在手套箱内操作，操作过程手套箱内风速不小于0.5m/s，保持手套箱内负压，防止放射性核素逸散到房间内。

②非密封放射性物质工作场所墙面与地面交接做圆角处理，地面全部敷设易去污并可以拆除更换的材料，且地面光滑，并具有易去污和防渗能力（渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ ）。

③对于放射性核素的分装过程中在易去除污染的托盘内进行，并铺以吸水性好的材料，以防止放射性药液洒漏造成手套箱内污染。保持工作台和注射窗清洁，定期对工作台面和注射窗采用湿巾擦拭清洁，防止放射性核素沉积导致场所设施辐射剂量率和表面沾污超标，且严禁辐射工作人员在开放性工作场所内进食和吸烟。

④每天操作结束后，对场所内易接触的部位进行表面沾污监测，若出现超标情况，应及时按制定的去污操作规程开展干法去污，去污擦拭纸等均需按放射性废物管理。

⑤辐射工作人员在进行工作前应做好个人防护用品的佩戴，包括：防护工作服、帽子、鞋子、手套、袖套、围裙、口罩、防护眼镜、个人剂量计、个人剂量报警仪等，在完成工作后脱掉一次性防护服按指定人员通道离开，出口处设置表面沾污仪，检测达标后可更衣直接离开。

⑥所有辐射工作人员上岗前应经过专业培训，熟悉自己岗位的操作流程，并具备相应的技能与防护知识，管理人员需定期进行检查，严禁人员违规操作。

⑦用药病人在入院前及出院前,医生需提前告知病人及家属辐射可能带来的危害性,就诊病人在用药后均实行病人与陪护人员及其他公众的隔离管控,用药病人候诊和留观期间禁止病人随意流动,尽量控制因吐痰或随意丢弃垃圾等行为造成表面污染,并使用患者专用厕所进行大小便,在留观结束后须按指定线路离开核医学科。

四、辐射工作场所安防措施

为确保本项目所使用的乙级非密封放射性物质工作场所、III类射线装置、V类放射源的辐射安全,本项目采取的安全保卫措施见下表。

表 10-12 辐射工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
非密封放射性物质工作场所	防火	核医学科拟安装烟气报警装置和消防栓,且各个房间功能单位需满足《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 版),本项目核医学科禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品。同时人员易接触的地方均配备干粉式灭火器。
	防水	整个场所做了较好的防水和防渗设计,且场所地面将敷设防水材料,墙面与地面交接作圆角处理,避免放射性污染物下渗。
	防盗和防破坏	①整个核医学科控制区进行封闭管理,并设有门禁系统,非相关人员不能直接进入核医学科内。 ②非密封放射性物质源库设置有保险柜并设置双人双锁,非密放射性物质的转入、转出均由专人进行台账管理。 ③整个核医学科控制区设置严密的监控系统,实行 24h 实时监控,并将核医学科作为保安人员巡查范围。
	防泄漏	①本项目使用的各种放射性核素包装用铅罐密闭,铅罐表面剂量满足标准要求,且用完后的空铅罐由第二日本部送药人员带走。 ②核医学科非密封放射性物质工作场所均采取有效的实体屏蔽措施,能够达到《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中工作场所的要求。 ③核医学科拟设置固定式剂量报警仪,若出现放射性物质泄漏,将进行报警提示;医院还将制定监测计划,并自行配备便携式 γ 辐射监测仪及 β 表面沾污仪,定期或不定期进行场所巡测,发现异常及时查明原因并进行处置。
射线装置工作场所	防盗、防抢和防破坏	①本项目III类射线装置机房拟纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围,加强巡视管理以防遭到破坏; ②各机房均拟设置监控摄像头实行 24h 实时监控; ③每台射线装置均安排有专人进行管理和维护,并进行台账记录,一旦发生破坏事件,立即关闭设备和防护门,并立即向公安机关报案; ④射线装置机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目III类射线装置均拟购于正规厂家,具有良好的固有安全性,

		防护性能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； ②本项目所有射线装置工作场所均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外30cm处剂量率能满足2.5 μ Sv/h标准要求。
放射源工作场所	防火	本项目V类放射源存于源库内，拟安装烟气报警装置和消防栓，且需满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014, 2018版），源库内禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品。同时人员易接触的地方均配备干粉式灭火器。
	防水	整个场所做了较好的防水和防渗设计，且场所地面将敷设防水材料，墙面与地面交接作圆角处理，避免放射性污染物下渗。
	防盗、防抢和防破坏	①整个核医学科控制区进行封闭管理，并设有门禁系统，非相关人员不能直接进入核医学科内。 ②源库设置有保险柜并设置双人双锁，放射源的转入、转出均由专人进行台账管理。 ③整个核医学科控制区设置严密的监控系统，实行24h实时监控，并将核医学科作为保安人员重点巡查范围。
	防泄漏	①密封放射源出厂时自带屏蔽层，其屏蔽效果能满足《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）要求。 ②源库和PET/CT机房已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，根据后文辐射影响分析，房间的屏蔽设计能满足屏蔽防护要求。 ③源库拟设置固定式剂量报警仪，若出现放射源暴露剂量超标，将进行报警提示；医院还将制定监测计划，并自行配备便携式 γ 辐射监测仪，定期或不定期进行场所巡测，发现异常及时查明原因并进行处置。

三废的治理

一、废气处理措施

1、放射性废气

本项目所使用核素常温常压下不挥发，不会进行加热操作，且药物密封贮存、密封操作，几乎不产生放射性气溶胶。本项目核医学科辐射工作区域仍按要求设计了独立的通排风系统，不与其他非辐射工作区域通排风系统交叉。

本项目设置 6 套放射性废气排风系统：①2 个手套箱（PET 分装手套箱、SPECT 分装手套箱）各设置 1 根独立的排风管道（每个手套箱出风处设置高效过滤器），经自带过滤器过滤后汇成一根管道通过风井引至裙楼屋顶上方排放；②两个机房设置一套排风系统；分装注射室、注射后等候室及患者通道设置 1 套排风系统；患者卫生间设置 1 套排放系统；衰变池设置 1 套排放系统；控制室设置 1 套排风系统。以上 6 根排风管道引至屋顶后分别经 G4 初效过滤器+H13 高效过滤器风机组后排放。排风口距地高度 30m（高于裙楼屋面 3m），且尽可能远离邻近的高层建筑（约 23m），满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的排风要求。

此外，手套箱均保持负压环境，且风速大于 0.5m/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中“合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s”的规定。

为保证放射性废气处理设置正常安全运行，建设单位还需采取如下措施：

①建设单位需定期对通排风系统管道及过滤系统设施设备进行检修和维护，并建立设施设备维护台账，其中过滤器需根据设备要求定期进行维护和校正。

②更换下的过滤器滤芯应按放射性固体废物进行管理和处置。

③为防止公众进入裙楼楼顶避免不必要的误照射，要求建设单位将裙楼楼顶废气排风口区域划为管控区域，并进行封闭管理。

2、非放射性废气

PET/CT机房、SPECT/CT机房产生的废气主要为少量臭氧，机房已设计有通排风系统，排风量分别为1099m³/h和900m³/h，少量臭氧经通排风系统排至室外分解稀释后，对周围大气影响较小。

二、废水处理措施

1、放射性废水

（1）衰变池组成及废水处理方式

本项目放射性废水主要来自于病人的排泄废水和清洗废水，本项目核医学科设置有独立的病人专用卫生间，且设置有独立的放射性废水排放管道，采用真空泵抽吸经管道输送至衰变池组的沉淀生物降解池中。

衰变池组位于2号楼负一层，核医学科西北侧5.8m处，四周均为停车场，已避开人群集中活动区域。衰变池组设置1格沉淀生物降解池和3格并联衰变池。生物降解池有效容积为2.7m³，衰变池每格内壁尺寸为5m×3m×1.75m，单个容积均为26.25m³，单个有效容积均为21m³，总有效容积63m³。

2、非放射性废水

非放射性废水主要来自于运行期间工作人员和患者（注射放射性药物前）的生活废水，该部分废水直接排入院区污水处理站达标处理，最终排入成都市市政污水管网。

三、固体废物处理措施

1、放射性废物

本项目产生的放射性固废主要是一次性注射器、口罩、手套、空药瓶、棉签以及擦拭废物、PET/CT校准用的退役⁶⁸Ge放射源和废过滤器滤芯等，涉及的放射性核素包括：¹⁸F、⁶⁸Ga和^{99m}Tc。本项目分装注射室、PET注射后等候室、SPECT注射后等候室、留观抢救室等均设置放射性废物收集桶收集放射性固废，到达一定量时转入放射性固废间采用放射性废物暂存容器进行暂存衰变，医院应将定期更换下的废过滤器滤芯作为放射性固废进行收集处理。废⁶⁸Ge放射源直接由生产厂家回收。

对于含¹⁸F、⁶⁸Ga放射性废物，30天暂存衰变期废物产生量为0.07m³，3个废物桶总容积0.15m³，能满足暂存要求；^{99m}Tc放射性废物，30天暂存衰变期废物产生量

为 0.07m^3 , 3 个废物桶总容积 0.15m^3 , 能满足暂存要求; 擦拭工作场所的湿巾和工作人员的污染的一次性防护服暂存衰变期废物产生量为 0.04m^3 , 2 个废物桶总容积 0.10m^3 , 能满足暂存要求。综上所述, 不论是暂存容器还是暂存间的容积均能满足暂存要求。

医院可根据实际就诊病人量及核素使用情况, 按需配置相应数量和容积的暂存容器。此外, 根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021), 针对放射性固废的收集、贮存和处理, 提出如下管理措施要求:

(1) 放射性固体废物收集

①按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理; ②建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账, 做好记录并存档备案; ③放射性固废收集桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物, 含尖刺及棱角的放射性废物, 应预先进行包装处理, 再装入废物桶, 放置刺破废物袋; ④放射性废物每袋重量不超过 20kg , 装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性固废间贮存。

(2) 放射性固废临时贮存和最终处理

①放射性固废间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋(桶), 不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息, 并做好记录; 放射性固废间内不得贮存易燃、易爆、易腐蚀物品; ②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、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 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。③固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责, 并建立废物存储和处理台账, 详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

2、非放射性废物

本项目医护人员和患者(注射放射性药物前)产生少量生活垃圾, 依托院区生活垃圾收集处理系统收集后, 及时交由市政环卫清运。

四、噪声治理措施

本项目噪声主要来自 6 个排风机, 风机为低噪声离心柜式排风机, 放置在风机箱内, 风机连续排风, 产生一定的噪声, 噪声源强分别为 74dB(A) 、 75dB(A) 、

64dB(A)、77dB(A)、64dB(A)、74dB(A)，经风机柜隔声、距离衰减后，厂界噪声可以达标，对周围声环境影响较小，无需采用专门的降噪措施。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目是对医院 2 号楼一楼东侧原病案库及配套办公室区域进行改造。施工期主要是对已有房间的墙体进行拆除，重新布局并建造新的房间，最后进行内部装修施工，产生污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的建筑材料等。

（一）施工期影响分析

1、大气环境影响分析及环保措施

装修过程中产生的废气污染物相对较少，采用“环保型”油漆及涂料，装修工程中加强通风或室内空气净化措施，严格按《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）控制室内环境，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明显影响。

2、声环境影响分析及环保措施

①由于本项目需要拆除墙体，噪声较大，需进行打围施工，合理安排施工时间。

②合理安排施工机械安放位置，并优先选用低噪声设备，以减少施工噪声。

③日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

经采取上述有效措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响。

3、水环境影响分析

本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水和少量施工废水，可依托医院已有污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

4、固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

（1）生活垃圾

施工期生活垃圾产生量较小，应妥善处置，并保持施工区环境的洁净卫生。生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由市政环卫部门统一清运；并且在施工活动中，应严格禁止影响城市生态环境和随意抛洒垃圾的行为。

（2）建筑垃圾

项目产生建筑垃圾主要是一些包装袋、包装箱、碎木块、废砖块、废水泥等。首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，由施工单位或承建单位与市政部门联系外运至指定的建筑垃圾堆放场。

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，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

（二）设备安装施工阶段

工程完成后，在安装和调试射线装置的过程中，可能产生辐射污染。PET/CT 和 SPECT/CT 的安装由设备厂家的专业人员进行，建设方其他人员不会自行安装设备。

整个调试过程在厂家专业调试人员进入机房和控制室后，待其他无关人员离开并确保所有安全联锁有效后开机调试，人员安装好设备后在控制室内完成整个调试过程。在安装调试阶段，机房周围环境的辐射安全由院方负责，管理职能部门为放射防护管理委员会。院方应加强辐射防护管理，在调试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。人员离开时必须关闭设备电源、拔出控制台钥匙，各机房必须上锁并派人看守。由于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较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

(一) β 射线辐射影响分析

本项目涉及使用的¹⁸F、⁶⁸Ga在衰变过程中会有β粒子，根据《放射卫生学》（章仲侯主编，P171），β粒子在不同介质中的射程按式11-1计算：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{MAX} \dots \text{式 11-1}$$

式中: d —最大射程, cm; ρ —屏蔽材料密度, g/cm³。

表 11-1 各核素 β 射线在介质中理论最大射程

核素	^{18}F	^{68}Ga
β射线能量 (MeV)	0.63	1.9
空气密度 (g/cm ³)		1.29×10^{-3}
空气中的射程 (cm)	244.19	736.43
铅密度 (g/cm ³)		11.34
铅中的射程 (cm)	0.03	0.08
铅玻璃密度 (g/cm ³)		4.6
铅玻璃中射程 (cm)	0.07	0.21
混凝土密度(g/cm ³)		2.35

混凝土中的射程 (cm)	0.13	0.4
砖墙密度(g/cm ³)		1.65
砖墙中的射程 (cm)	0.19	0.58
硫酸钡板防护涂料密度(g/cm ³)		3.2
硫酸钡板防护涂料中射程 (cm)	0.1	0.3
有机玻璃密度(g/cm ³)		1.18
有机玻璃中射程 (cm)	0.27	0.81

本项目辐射工作场所设置有足够的空间，各放射性核素在整个过程中均采取了玻璃或有机玻璃的西林瓶或注射器屏蔽 β 射线，同时在整个使用过程中职业人员还穿戴有0.5mmPb的防护铅服，且公众与放射性核素之前还采取了距离隔离措施，因此 β 射线对职业人员和公众辐射影响是很小的。

（二）轫致辐射（X射线）影响分析

由于 β 粒子在遇到重质材料（如铅等原子序数大于56的材质）屏蔽时会产生较强的轫致辐射，因此本次评价主要考虑分装操作过程中有铅屏蔽时的轫致辐射影响。

1、根据《辐射防护导论》（P133），轫致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式如下：

$$D = \frac{4.58 \times 10^{-14} \cdot A \cdot Z \cdot E_b^2 \cdot (\mu_{en} / \rho)}{K \cdot r^2} \quad \text{式 11-2}$$

$$K = 10^{d/TVL} \quad \text{式 11-3}$$

$$H = D \times W_R \quad \text{式 11-4}$$

经计算，在操作位距离辐射源0.5m处氟-18轫致辐射剂量当量率最大为 $1.80 \times 10^{-10} \mu\text{Sv/h}$ ，外照射年有效最大剂量为 $1.50 \times 10^{-11} \text{mSv/a}$ ，对工作人员的影响忽略不计；镓-68轫致辐射剂量当量率最大为 $4.42 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，外照射年有效最大剂量为 $1.84 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

（三） γ 辐射环境影响分析

1、预测模式

①工作场所的屏蔽计算

因预测点位与放射性核素操作位置间的距离比容器的几何尺寸大5倍以上，故可视为点源。应用 γ 射线点源剂量率计算公式进行预测，根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）， γ 点源剂量计算公式如下：

$$H = A * \Gamma * \eta / R^2 \quad \text{式 11-6}$$

$$\eta = 0.1^{\frac{d}{TVL}} \quad \text{式 11-7}$$

式中: A —操作活度 (MBq) ;

Γ —距离操作核素 1m 处的周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$) , 见表 11-3;

R —参考点与放射源间的距离 (m) ;

η —衰减系数;

d —屏蔽层厚度 (mm) ;

TVL — γ 射线什值层厚度 (mm) , 见表 11-3;

H —关注点剂量当量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

②个人受照剂量

根据《实用辐射安全手册 (第二版)》的公式, 对各点位处公众及职业人员的有效剂量进行计算。

$$E = H \times 10^{-3} \times h \times \eta \times W_T \quad \text{式 11-8}$$

式中: H —关注点的剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) ;

E —关注点的附加有效剂量 (mSv/a) ;

h —工作负荷 (h/a) ;

η —居留因子, 经常有人员停留的地方取 1, 有部分时间有人员停留的地方取 1/4, 偶然有人员停留的地方取 1/16;

W_T —组织权重因子, 取 1。

2、预测计算所依据参数

本次评价针对放射性核素选择的主要预测参数见表 11-3。

表 11-3 计算参数表

核素	周围剂量当量率常数 (裸源) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	患者或受检者体内单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$)	铅什值层厚度 (mm)	混凝土什值层厚度 (mm)	实心砖什值层厚度 (mm)
¹⁸ F	0.143	0.092	16.6	176	263
⁶⁸ Ga	0.134	0.086	16.6	176	263
^{99m} Tc	0.0303	0.0207	1	110	160

3、预测点位选择及控制剂量率

核医学科的预测点位见图 11-3, 各关注点辐射剂量率计算结果见表 11-4。根据表

11-4 可知：核医学科控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处周围剂量当量率范围为 $3.62 \times 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{h} \sim 1.34 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足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 30 cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间或病人通道等区域，其周围剂量当量率范围为 $1.44 \mu\text{Sv}/\text{h} \sim 5.73 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，小于 $10 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 要求；通风手套箱和注射台等设备外表面 30cm 处人员操作位周围剂量当量率为 $4.48 \times 10^{-9} \sim 0.82 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 控制剂量率要求。上述屏蔽体外关注点周围剂量当量率均满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求，因此本项目核医学科工作场所的辐射防护屏蔽设计是合理的。



图 11-3 核医学科关注点示意图

实际运行中，病人在用药后候诊等待观察过程中，由于药物衰变和患者身体代谢排出导致病人体内核素的活度不断减少，因而对屏蔽体外的辐射影响也不断降低。

4、核医学科所致职业及公众受照剂量预测

（1）职业人员受照剂量预测

①核素操作和给药后患者对职业人员的影响预测

根据前述工程分析，各操作流程时间核算情况见表 9-1。

根据前述表 11-4 中关注点辐射剂量率计算结果及年受照时间计算结果，本项目核医学科职业人员受照剂量见表 11-5。

表 11-5 核医学科职业人员年受照剂量计算表

辐射剂量贡献类别	核素	辐射剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年操作时间(h)	年受照剂量(mSv/a)	操作人员	人 数	单人年受照剂量(mSv/a)
分药	^{18}F 、 ^{68}Ga	1.92E-01	125	2.40E-02	分装注射人员	2	1.51E-01
注射	^{18}F 、 ^{68}Ga	7.68E-01	62.5	4.80E-02			
SPECT 注射后等待	^{99m}Tc	5.60E-02	3750	2.10E-01			
铅罐转运	^{18}F 、 ^{68}Ga	5	4.16	2.08E-02			
测量活度	^{99m}Tc	4.48E-04	62.5	2.80E-05	分装注射人员	2	1.15E-01
注射		4.48E-09	62.5	2.80E-10			
SPECT 注射后等待	^{99m}Tc	5.60E-02	3750	2.10E-01			
铅罐转运	^{99m}Tc	5	4.16	2.08E-02			
抢救	^{18}F 、 ^{68}Ga	0.092	2	1.84E-04	医生	2	1.84E-04
显像诊断(PET/CT)	^{18}F 、 ^{68}Ga	7.82E-01	2500	1.96	PET/CT 操作人员	2	1.96
显像诊断(SPECT/CT)	^{99m}Tc	3.62E-05	2500	9.05E-05	SPECT/CT 操作人员	2	9.05E-05

②PET-CT 运行时辐射环境影响分析

PET-CT 为核医学科门诊区使用的III类射线装置，额定管电压均为 140kV，机房的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中 CT 机房的屏蔽要求，PET-CT 运行时 X 射线对周围的影响可以忽略。

PET/CT 操作人员在受检者摆位过程中累积受照剂量约为 0.44mSv/a, SPECT/CT 操作人

员在受检者摆位过程中累积受照剂量约为 0.03mSv/a 。

(2) 公众受照剂量预测

根据前述表 11-4 中关注点辐射剂量率计算结果, 结合表 9-1, 核医学科周围公众受照剂量见表 11-7。

表 11-7 核医学科周围及楼上楼下公众年受照剂量计算表

场所	保护名单	方位	位置	对应关注点剂量率估算最大值 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	居留因子	年受照时间 (h)	年受照剂量 (mSv/a)
核医学科周围公众	西北侧	病人等候区、加压送风机房、走廊	1.87E-01	2.5	1//4	312.5	2.58E-03	2.58E-03
			5.30E-02	1.5	1/4	41.7		
	西北侧	楼梯	1.34	2.8	1/16	2500	2.67E-02	
	西南侧	变电所	1.34	1.8	1/40	2500	2.58E-02	
	东北侧	室外架空过道	5.60E-02	4.8	1/4	3750	2.28E-03	
	东南侧	室外道路	7.91E-02	6.1	1/4	416.67	2.21E-04	
	分装注射室楼上	出入院等候区	2.18E-01	5.4	1/4	312.5	5.84E-04	
	分装注射室楼下	楼梯通道、送风机房	1.48E-01	5.2	1/16	312.5	4.28E-04	
	留观抢救室楼上	走廊	1.94E-01	5.4	1/4	416.67	6.93E-04	
	留观抢救室楼下	停车场	9.62E-02	5.2	1/16	416.67	9.26E-05	
	PET/CT 注射后等候室楼上	前室 (通道)	5.23E-01	5.4	1/4	2500	1.12E-02	
	PET/CT 注射后等候室楼下	停车场	2.99E-01	5.2	1/16	2500	1.73E-03	

(3) 校正源辐射影响分析

本项目使用 2 枚镥-68 校正源, 均 V 类放射源, V 类放射源活度很低, 放射源经铅容器、墙体屏蔽和距离衰减后, 对周围辐射影响很小, 因此存储和校准过程对人员的辐射影响可忽略。

5、小结

根据表 11-2、11-5、11-6, 保守估算, 核医学科职业人员年受照有效剂量最大为 2.40mSv/a ($1.96\text{mSv/a}+0.44\text{mSv/a}+1.84\times 10^{-3}\text{mSv/a}$), 满足职业人员 5mSv/a 剂量约束值的要求。

根据表 11-7, 核医学科周围公众年受照有效剂量最大为 $2.67 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$, 满足 0.1mSv/a 剂量约束值的要求。

二、大气环境影响分析

本项目各操作箱体和控制区各房间均设置有排风管道, 将气体引至楼顶经过滤后排放, 对环境影响很小。本项目 PET/CT、SPECT/CT 均属于III类射线装置, 其 X 射线能量较小, 臭氧产生量较小, 机房已设置通排风系统, 产生的臭氧经排风系统引至裙楼屋顶上方排放, 经自然稀释后对环境影响很小。

三、水环境影响分析

1、放射性废水

本项目放射性废水所含核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期均小于 24h, 废水由单独的排水系统排放至负一层三格并联衰变池, 每格衰变池废水存满后静置衰变 30 天后排入院区污水管网, 对水环境影响较小。

2、非放射性废水

本项目非放射性废水主要来源于运行期间工作人员和患者（注射放射性药物前）的生活废水, 该部分废水直接排入院区污水处理站处理, 最终排入市政污水管网, 对水环境影响较小。

四、固体废物环境影响分析

1、放射性固废

本项目核医学科放射性固废（主要为一次性注射器、口罩、手套、空药瓶以及擦拭废物等）产生量为 3kg/d, 涉及放射性核素包括 ^{18}F 、 ^{68}Ga 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$, 半衰期均小于 24h。监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, β 表面污染小于 0.8 Bq/cm^2 的, 可对废物清洁解控并作为医疗废物处理, 转入院区医疗废物暂存库, 按照普通医疗废物执行转移联单制度, 由有资质单位统一回收处理, 不外排放放射性废物容器表面剂量率不得大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 经废物间的墙体屏蔽后, 对周围辐射环境影响可以忽略。

2、非放射性固废

本项目医护人员和患者（注射放射性药物前）产生少量生活垃圾, 依托院区生活垃圾收集处理系统收集后, 及时交由市政环卫清运, 对周围环境影响较小。

五、噪声

本项目噪声主要来自 6 个排风机, 风机为低噪声离心柜式排风机, 放置在风机箱内, 风

机连续排风，产生一定的噪声，噪声源强分别为 74dB(A)、75dB(A)、64dB(A)、77dB(A)、64dB(A)、74dB(A)。

本项目生产及配套设施产生的噪声通过车间厂房隔声，针对净化空调机组和排风机噪声，主要采取安装消声器、减振和增加软管接头等措施减少噪声影响。本项目主要的噪声影响为屋顶风机运行噪声，不会对周围声环境产生明显影响。

事故影响分析

一、事故分级

根据《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）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故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，详见表 11-8。

表 11-8 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 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 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 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 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或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。

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表 11-9 急性放射病的严重程度与辐射剂量的关系

分度	初期表现	照射后 1d~2d 淋巴细胞绝对数最低值×10 ⁹ /L	受照射剂量范围参考值 Gy
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2h 后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降	0.6	4.0~6.0
极重度	1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，白细胞数急剧下降	0.3	6.0~10.0

二、辐射事故识别

1、可能发生的辐射事故识别

根据污染源分析本项目非密封放射性物质可能存在的最大潜在辐射事故包括：

- (1) 放射性药物丢失或被盗；
- (2) 放射性药物操作时打翻、洒漏造成操作台、地面、仪器设备表面污染，人员去污过程中受到超剂量照射；
- (3) 发生火灾造成的放射性药物撒漏导致人员受到超剂量照射；
- (4) III类射线装置导致人员被误照射；
- (5) V类放射源丢失、被盗。

表 12 辐射安全管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

为有序开展使用核医学科的工作,加强辐射安全管理,应对可能发生的意外情况,最大限度的减少或消除隐患,根据《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)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部第47号,2017年修正)及生态环境主管部门的要求,建设单位必须成立专门的辐射安全与环境保护管理机构。

四川大学华西医院成立了放射防护委员会,统一管理医院内的辐射安全防护工作。领导小组的职能职责见附件5。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

根据建设单位提供的资料,本项目拟新增配置10名辐射工作人员,医院应根据《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》(生态环境部部公告2019年第57号)要求,辐射工作人员应通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>)学习并考核合格后上岗,辐射工作人员证书有效期满后,重新进行学习并考核合格后上岗。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度,组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测,并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全,为控制和评价辐射危害,设置相应的辐射剂量监测手段,使工作人员和公众所受照射尽可能低。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中的相关规定,本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下:

(一) 个人剂量监测

本项目拟配置10名辐射工作人员,配置个人剂量计10个。根据四川省生态环境厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”(川环办发[2010]49号),项目建成投运后,做好个人剂量管理的工作。建设单位需定期(每季度一次)将个人剂量计送有资质单位进行检定,并建立个人剂量档案终生保存。

辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计,在比较均匀的

辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。当单季度辐射工作人员个人剂量检测数值超过1.25mSv时，建设单位要对该工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当单年个人剂量超过50mSv时，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理，确认是否发生了辐射事故并采取了应急处置措施。检查报告及有关调查报告应存档备查。

（二）辐射工作场所监测

（1）监测内容：射线装置工作场所监测因子为：X~ γ 辐射剂量率；放射源工作场所监测因子为：X~ γ 辐射剂量率；非密封放射性物质工作场所监测因子为：X~ γ 辐射剂量率、 β 表面沾污。

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

（3）监测频度：对于X- γ 剂量率应自行配备监测设备，每1个月监测1次； β 表面沾污应在每次工作完成后，离开放射性工作场所前进行监测。另外医院需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年1月31日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

（4）监测范围：射线装置工作场所主要监测机房四周屏蔽体（墙体、防护门、观察窗）外、楼上区域和穿线孔洞处X~ γ 辐射剂量率；放射源工作场所主要监测储源容器表面、机房四周屏蔽体（墙体、防护门、观察窗）外、楼上区域和穿线孔洞处 γ 辐射剂量率；非密封放射性物质工作场所主要监测控制区内所有场所、控制区外邻近房间的 γ 辐射剂量率，人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等 β 表面沾污。

（5）监测设备：X- γ 辐射剂量率仪、表面沾污仪。

（6）质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 12-3 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主	射线装置	X~ γ 辐射剂量	机房四周屏蔽体（墙体、防护	每月一次（记录	X- γ 辐射剂

监测	工作场所	率	门、观察窗)、穿线孔洞处	监测数据存档)	量率仪
	放射源工作场所	γ 辐射剂量率	储源容器表面、源库四周墙体、防护门	每月一次(记录监测数据存档)	X- γ 辐射剂量率仪
	非密封放射性物质工作场所	β 表面沾污	人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等	每次工作结束后	β 表面沾污仪
		γ 辐射剂量率	控制区内所有场所、控制区外邻近房间	每月一次(记录监测数据存档)	X- γ 辐射监测仪
委托监测	射线装置工作场所	X- γ 辐射剂量率	机房四周屏蔽体(墙体、防护门、观察窗)、穿线孔洞处	(1) 竣工环保验收监测; (2) 编制辐射防护年度评估报告(每年)	X- γ 辐射剂量率仪
	放射源工作场所	γ 辐射剂量率	储源容器表面、源库四周墙体、防护门、穿线孔洞处		X- γ 辐射剂量率仪
	非密封放射性物质工作场所	β 表面沾污	人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等		表面沾污仪
		γ 辐射剂量率	控制区、监督区		X- γ 辐射监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次(需建立个人剂量档案)	个人剂量计

辐射事故应急

1、为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进核技术应用工作场所的安全应用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。

2、辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

3、建设单位做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资（装备）的准备。

表 13：结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：锦江院区核医学科应用项目

建设单位：四川大学华西医院

项目建设性质：新建

建设地点：成都市锦江区锦江大道1166号，四川大学华西医院锦江院区门诊急诊医技住院综合楼第一住院楼一楼。

本项目主要建设内容：医院拟拆除第一住院楼东侧一端现有的原病案库、病案打印室、病案办公室和空调机房，将该区域改造为核医学科，使用放射性药物氟-18、镓-68 和锝-99m 进行患者显像诊断，该核医学科最大日等效操作量为 $7.86 \times 10^7 \text{ Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。核医学科使用 1 台额定管电压为 140kV，额定管电流为 833mA 的 PET/CT、1 台额定管电压不高于 140kV，额定管电流不高于 800mA 的 SPECT/CT 进行显像诊断，均属于III类射线装置。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业发展政策。

3、本项目选址合理性分析

本项目位于医院内，项目运营期对环境影响较小。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

4、工程所在地区环境质量现状

本项目核医学科拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 $71 \text{nGy/h} \sim 108 \text{nGy/h}$ ，处于成都市生态环境局《2024 成都生态环境质量公报》中成都市环境 γ 辐射剂量率自动监测年均范围 $66.7 \text{nGy/h} \sim 117 \text{nGy/h}$ ，属于当地正常辐射水平。

5、环境影响评价结论

① 辐射环境影响

经模式预测，在正常工况下，项目投入使用后对工作人员造成的年附加有效

剂量低于 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

②大气环境影响

本项目各操作箱体和控制区各房间均设置有排风管道，将气体引至楼顶经过滤后排放，对环境影响很小。本项目 PET/CT、SPECT/CT 产生的少量臭氧经排风系统引至裙楼屋顶上方排放，经自然稀释后对环境影响很小。

③水环境影响

本项目放射性废水所含核素 ^{18}F 、 ^{68}Ga 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 半衰期均小于 24h，废水由单独的排水系统排放至负一层三格并联衰变池，每格衰变池废水存满后静置衰变 30 天排入院区污水管网，对水环境影响很小。

非放射性生活废水直接排入院区污水处理站处理，最终排入市政污水管网，对水环境影响很小。

④固体废物环境影响

本项目核医学科放射性固废分类收集后，转移至放射性废物间，分别置于不同的放射性固废暂存容器内进行暂存衰变规定时间后，经监测表面沾污和剂量率达到清洁解控水平后作为医疗废物处理，对周围辐射环境影响很小。

⑤噪声环境影响

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，选用低噪设备，再加上建筑物墙体的隔声作用及医院场址内的距离衰减，项目噪声对区域声环境不会造成明显影响。

6、事故风险与防范

建设单位制订了完善的辐射事故应急预案和安全规章制度，需按本报告提出的要求进行补充和完善，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按设计和环评要求建设或配置质量达标、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，已制定有辐射事故应急预案与各项安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在成都市锦江区锦江大道和成龙大道交汇口，四川大学华西医院锦江院区门诊急诊医技住院综合楼第一住院楼一层内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

建议和承诺

1、在实施诊治之前，应事先告知患者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护和患者的管理，使患者在全程诊治中，周围公众所受的辐射剂量做到最小化。

2、认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

3、不断提高工作人员素质，增强职工环保意识和安全意识，做好辐射防护设施、设备的维护保养，避免发生辐射事故。

4、建设单位重新申领辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息进行填写。

5、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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）参加辐射安全培训并报名参加考核。

6、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况（辐射防护及环境保护设施（设备）验收一览表），编制验收监测报告表。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见，并依法向社会公开验收报告。

表 14: 审批

经办人	年	月	日
公 章			

审批意见:

审批意见:	公章	经办人	年 月 日
-------	----	-----	-------