

# 核技术利用建设项目

## 四川大学华西医院新增丙级非密封放射性 物质工作场所核技术利用项目

### 环境影响报告表

(公示本)

四川大学华西医院

二〇二三年十一月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 四川大学华西医院新增丙级非密封放射性 物质工作场所核技术利用项目

### 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：四川省成都市武侯区国学巷37号

邮政编码：610044

联系人：薛\*\*

电子邮箱：xue\*\*\*\*@wchscu.cn

联系电话：137\*\*\*\*2281

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		四川大学华西医院新增丙级非密封放射性物质工作场所核技术利用项目				
建设单位		四川大学华西医院				
法人代表	李**	联系人	薛**	联系电话	137****2281	
注册地址		四川省成都市武侯区国学巷 37 号				
项目建设地点		四川省成都天府国际生物城（凤凰路和岐黄一路叉口）华西国际生物学研究与转化中心内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		**	项目环保投资（万元）	**	投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m <sup>2</sup> ）	71.0	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I（医疗使用） <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II <input checked="" type="checkbox"/> III			
	其它	/				
	<p><b>项目概述</b></p> <p><b>一、概况</b></p> <p><b>1、建设单位简况</b></p> <p>四川大学华西医院（统一社会信用代码 12510000450756139Y，以下简称“医院”），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。</p> <p>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</p>					

[00151])，许可种类和范围为：使用 II 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级、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、项目由来

通过将非密封放射性物质注射至动物体内，进行动物活体状况下的功能及解剖成像，可获得动物体内病理状态的早期变化及随病情进展后的动态改变、治疗干预后的客观评估等生物信息，对于高致病性感染模型病变活动性评估具有重大指导价值。为满足开展实验研究的需要，四川大学华西医院拟在华西国际生物学研究与转化中心的生物安全实验楼一楼已有预留房间内使用非密封放射性物质，包括：氟-18、铜-64 和镓-68，属于丙级非密封放射性物质工作场所，同时配套使用 1 台正电子发射计算机断层扫描仪（PET/CT）。根据《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），PET/CT 属于 III 类射线装置。

华西国际生物学研究与转化中心位于四川省成都天府国际生物城（凤凰路和岐黄一路交叉口），主体工程为 1 栋生物安全实验楼（内设 P2 实验室和 P3 实验室，地下一层，地上四层），并配套建设配套用房、设备站、门卫室、污水处理站、危废暂存间、事故应急池等公辅设施和环保工程。

华西国际生物学研究与转化中心已于 2020 年取得成都市生态环境局《关于成都华西生物技术有限责任公司天府国际生物城华西国际生物学研究与转化中心（生物安全三级实验室）环境影响报告书的审查批复》（成环评审[2020]92 号）；在建设过程中，由于建设方案发生了变化，于 2022 年进行非重大变动环境影响分析报告，取得了专家审查意见并完成挂网公示；于 2023 年取得成都市生态环境局《关于四川大学华西医院华西生物学研究与转化中心生物安全实验室环境影响报告书的批复》（成环审（评）[2023]9 号），该项目将与原项目同步建成投运，并统一由四川大学华西医院负责运营、管理和使用。

本项目场所依托生物安全实验楼建设，生物安全评价已在华西国际生物学研究与转化中心的第二次环评（非重大变动环境影响分析报告）里进行了评价，本项目不涉及，本项目主要是针对核技术利用项目的建设内容进行评价。

华西国际生物学研究与转化中心主体结构已基本结束，目前处于装饰装修阶

段。

为加强核技术利用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位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“丙级非密封放射性物质工作场所和使用 III 类射线装置”，应编制环境影响报告表。因此，四川大学华西医院委托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）开展环境影响评价工作。我院接受委托后，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《四川大学华西医院新增丙级非密封放射性物质工作场所核技术利用项目环境影响报告表》。

## 二、项目概况

### 1、建设内容及规模

#### （1）建设内容

本项目位于华西国际生物学研究与转化中心的生物安全实验楼一楼（在建，地下一层，地上四层），总建筑面积约 71.0m<sup>2</sup>，房间包括：动物 PET/CT 间、动物准备间/操作间、缓冲室和控制室。

本项目主要辐射工作场所包括：动物准备间/操作间、动物 PET/CT 间（除动物 PET/CT 间南侧墙体为 6.0mm 铅板，其他各侧墙体均为 2.5mm 铅板，屋顶均为 120mm 混凝土+2.5mm 铅板，地板均为 120mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料，防护门均为 2.5mm 铅板及 2.5mm 铅当量铅玻璃观察窗）。

①涉及使用的非密封放射性物质包括：氟-18（备药量+使用量，日最大操作量为  $2.78 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $7.77 \times 10^5 \text{Bq}$ ，年最大用量为  $5.55 \times 10^{10} \text{Bq}$ ）、铜-64（日最大操作量为  $3.70 \times 10^8 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $3.70 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大用量为  $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ ）、镓-68（备药量+使用量，日最大操作量为  $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $3.85 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大用量为  $9.25 \times 10^9 \text{Bq}$ ），每天仅使用一种核素，日等效最大操作量为  $3.85 \times 10^6 \text{Bq}$ ，属于丙级非密封放射性物质工作场所。

②动物 PET/CT 间内新增使用 1 台 inviscan IRIS 型动物 PET/CT，额定管电压 80kV，额定管电流 1mA，属于 III 类射线装置，年最大出束时间为 3.3h。

根据建设单位提供资料，实验动物量及非密封放射性物质使用情况见表 1-1，涉及的射线装置见表 1-2。

表 1-1 本项目实验动物量及非密封放射性物质用量情况一览表

序号	核素种类	用途	单只动物 单次实验 最大用药 量 (mCi)	日最大 实验动 物量 (只)	日最大使 用量 (Bq)	每年实 验动物 数量 (只)	计划每年 最大使用 量(Bq)	使用 场所
1	<sup>18</sup> F	实验显 像研究	1	15	5.55E+08	300	1.11E+10	动物 PET/CT 间和动 物准备 间操作 间
2	<sup>18</sup> F	贮存(备 药量)	/	/	2.22E+09	/	4.44E+10	
3	<sup>64</sup> Cu	实验显 像研究	1	10	3.70E+08	50	1.85E+09	
4	<sup>68</sup> Ga	实验显 像研究	1	10	3.70E+08	50	1.85E+09	
5	<sup>68</sup> Ga	贮存(备 药量)	/	/	1.48E+09	/	7.40E+09	

表 1-2 射线装置统计表

射线装置	数量	型号	设备主要参数	射线装 置类别	工作场所 名称	用途	活动 种类
动物 PET/CT	1 台	inviscan IRIS	额定管电压 80kV，额定管 电流 1mA	III 类	动物 PET/CT 间	实验显 像研究	使用

## (2) 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 非密封放射性物质工作场所的分级判据如表 1-3。

表 1-3 非密封放射性物质工作场所的分级

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 $\sim 2 \times 10^7$

根据建设单位提供的核素日最大操作量及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 C 确定的核素毒性因子、操作方式因子等(见表 1-4、表 1-5)，并根据下式可以计算日等效最大操作量。

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

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

放射性同位素日等效操作量修正因子及日等效操作量计算结果见表 1-6。

表 1-6 核医学科非密封放射性物质工作场所分级表

工作场所	动物PET/CT间和动物准备间操作间								豁免活度/Bq
核素名称	日最大操作量/Bq	毒性分组	毒性组别修正因子	性状	操作方式	方式与状态修正因子	日等效最大操作量/Bq	合计日等效最大操作量/Bq	
<sup>18</sup> F	5.55E+08	低毒	0.01	液态	很简单操作	10	5.55E+05	7.77E+05	1E+06
<sup>18</sup> F (备药)	2.22E+09	低毒	0.01	液态	源的贮存	100	2.22E+05		
<sup>64</sup> Cu	3.70E+08	低毒	0.01	液态	简单操作	1	3.70E+06	3.70E+06	1E+06
<sup>68</sup> Ga	3.70E+08	低毒	0.01	液态	简单操作	1	3.70E+06	3.85E+06	无
<sup>68</sup> Ga (备药)	1.48E+09	低毒	0.01	液态	源的贮存	100	1.48E+05		
日等效最大操作量/Bq(每天只使用一种核素,以最大计)		3.85E+06						根据《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)表A1查豁免活度	
工作场所级别		丙级							

根据表 1-6 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表A1 可知，氟-18 和铜-64 的日最大操作量均大于豁免活度，镓-68 无豁免活度。建设单位每天只使用一种核素，因此工作场所等级以日等效最大操作量最大的镓-68 来分级，根据使用量和备药量计算本项目非密封放射性物质工作场所日等效最大操作量为  $3.85 \times 10^6 \text{Bq}$ ，工作场所等级为丙级。

## 2、项目组成及主要环境问题

本项目的项目组成及主要的环境问题见表 1-7。

表 1-7 项目组成及主要的环境问题表

建设内容及规模		可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	非密封放射性物质	本项目依托生物安全实验楼建设，施工期可能产生的环境问题为设备安装、调试阶段产生的 X 射线和臭氧	$\gamma/\beta$ 射线、放射性固废、B 表面沾污
	射线装置		X 射线、臭氧
辅助工程	控制室 1 间，面积约 $9.7 \text{m}^2$		生活垃圾
环保工程	冰箱及 4 个 15mm 铅当量的放射性废物铅桶。		放射性固废
	独立通排风系统 1 套（送风量 $3300 \text{m}^3/\text{h}$ ，排风量 $3800 \text{m}^3/\text{h}$ ）		放射性废气、定期更换的废活性炭过滤器
依托	生物安全实验楼内的污物暂存间，面积约 $30.5 \text{m}^2$ ；	非放射性	



工程	生活垃圾收集设施；污水处理站，处理规模为 300m <sup>3</sup> /d。		固废、生活 污水
公用 工程	依托生物安全实验楼的配电、供电、通讯系统等。		/

### 3、主要技术参数

本项目射线装置和放射性核素的主要技术参数见表 1-8~表 1-9。

表 1-8 本项目射线装置主要技术参数

序号	设备名称	型号	数量	设备主要参数
1	动物PET/CT	inviscan IRIS	1 台	额定管电压 80kV，额定管电流 1mA

表 1-9 本项目放射性核素主要技术参数表

核素名称	半衰期	主要衰变方式	主要β粒子能量/ MeV	主要γ射线能量 /MeV	周围剂量当量率常数 (μSv·m <sup>2</sup> /MBq·h)
<sup>18</sup> F	109.8min	β <sup>+</sup> 、EC	0.63	0.511	0.143
<sup>68</sup> Ga	68.3min	β <sup>+</sup> 、EC	1.9	0.511	0.134
<sup>64</sup> Cu	12.7h	β <sup>+</sup> 、β <sup>-</sup> 、EC	0.65	0.511, 1.346	0.029

### 三、工作人员及工作制度

#### 1、劳动定员

本项目拟新增辐射工作人员 3 人，其中 1 人负责饲养放射性动物、维护实验室，1 人负责放射性药物分装、注射、转移、辅助动物上机，1 人负责操作动物 PET/CT。

#### 2、工作制度

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天。

### 四、产业政策符合性及实践正当性分析

本项目系核技术用于医学领域，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

通过对动物进行活体状况下的功能及解剖成像，获得动物身体代谢情况及药物在体内分布情况的各种数据，能对肿瘤、神经等疾病以及遗传基因研究、药物临床前筛选等提供先进的技术支持。本项目的建设可提高建设单位的科研水平，

可达到一般非放射性科研方法所不能及的效果，优势明显，因此，本项目的实践是必要的。

本项目在实验研究过程中，对射线装置和非密封放射性物质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，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小，该核技术利用的实践具有正当性。

## **五、项目规划符合性**

华西国际生物科学研究与转化中心已进行环评，环评中已进行规划符合性分析，已取得环评批复。本项目依托华西国际生物科学研究与转化中心的生物安全实验楼建设，不新增用地，项目不属于生物城环境准入负面清单内的项目，故本项目与成都天府国际生物城总体规划相符。

## **六、项目选址合理性、外环境关系分析**

### **1、选址合理性分析**

本项目所在的生物安全实验楼，作为华西国际生物科学研究与转化中心的主体工程，已取得成都市生态环境局的审查批复（成环评审[2020]92号），整体项目选址合理性已在《天府国际生物城华西国际生物科学研究与转化中心（生物安全三级实验室）环境影响报告书》中进行了论述，本项目仅为其中部分建设内容，不新增用地，且拟建的辐射工作场有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护角度分析，本项目选址是合理的。

### **2、外环境关系分析**

根据现场踏勘，华西国际生物科学研究与转化中心北侧为四川省疾病预防控制中心，东侧为岐黄一路，南侧为空地和凤凰路，西侧为空地。

本项目位于生物安全实验楼（在建，地下一层，地上四层）。生物安全实验楼位于华西国际生物科学研究与转化中心内西侧，生物安全实验楼北侧为厂内道路，北侧约 13m 为设备站；东侧为厂内道路和下沉庭院，东侧约 39m 为疫苗研发中心（在建建筑），东北侧约 39m 为实验动物中心（在建建筑）；南侧为厂

内道路；西侧为厂内道路，西侧约 6m 为污水处理站、危废暂存间、事故应急池，西侧约 35m 为门卫室。生物安全实验楼地下一层为 P2 实验层及污水处理层，地下一层和一层之间有夹层（功能为设备管道层），一层为 P3 实验层及辅助层（功能为设备管道层），二层为污水处理层，三层为 P3 实验层，四层为 P3 设备层。

本项目位于生物安全实验楼一层。本项目辐射工作场所北侧 0~50m 范围为消毒前室、消毒后室、走廊、变配电站等生物安全实验楼内房间、厂内道路和设备站（在建）；东侧 0~50m 为其他实验室、走廊、本项目控制室、中控室等生物安全实验楼内房间、厂内道路和下沉庭院；南侧 0~50m 为其他实验室、走廊、淋浴更衣间等生物安全实验楼内房间、厂内道路和厂外空地；西侧 0~50m 为走廊、动物饲养区、解剖室等生物安全实验楼内房间、厂内道路、污水处理站（在建）、危废暂存间（在建）、事故应急池（在建）、门卫室（在建）和厂外空地；上方为辅助层及二层的设备间；下方为夹层及负一层的污水处理间和 P2 实验室。

## 七、与主体工程依托关系

1、本项目位于华西国际生物科学研究与转化中心内，依托华西国际生物科学研究与转化中心统一进行建设。华西国际生物科学研究与转化中心已履行环保手续，设计阶段已考虑本项目产生的废水、固废和废气。

2、本项目职业人员产生的生活污水排入华西国际生物科学研究与转化中心内的污水处理站（在建，地理式全密闭污水处理站，采用“格栅+调节+混凝沉淀+水解酸化+AO+二沉+二氧化氯消毒”工艺，处理规模为 300m<sup>3</sup>/d），处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关标准后，再经市政污水管网排入生物城污水处理厂集中处理达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准（其中 TN≤10mg/L）后排入锦江。根据前述分析，污水处理站日处理规模已包含本项目产生的废水。

3、本项目放射性固体废物暂存衰变至解控水平后，以及实验过程中产生的非放射性固体废物，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室经双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后从消毒后室取出，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。工作人员产生的少量生活垃圾，依托华西国际生物科学研究与转化中心生活垃

圾收集设施收集后，交由有资质单位统一处理。

4、主体工程已为本项目设置独立通排风系统。本项目产生的放射性废气、动物饲养过程中少量恶臭气体（ $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ ）和少量臭氧采用高效过滤器+活性炭过滤器处理后由约 30m 高排气筒（高于屋面 2m）排放。

## 八、原有核技术利用项目许可情况

### 1、环保手续履行情况

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 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。有效期到 2028 年 3 月 26 日。

医院无未经辐射安全许可就投运的辐射设备或辐射场所，现有实际的放射源、非密封放射性物质和射线装置的情况与辐射安全许可证一致，具体放射源、非密封放射性物质和射线装置清单详见表 1-15~表 1-17。

表 1-15 医院已上证的核技术利用项目一览表（放射源）

序号	核素	编码	出厂日期	出厂活度(Bq)	类别	工作场所	用途	状态
1	<sup>90</sup> Sr	0493SR930095	1993-10-12	1.48E+8	V类	ECT 检查室 1	敷贴器	使用
2	<sup>153</sup> Gd	US06GD120175	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
3	<sup>153</sup> Gd	US06GD120165	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
4	<sup>153</sup> Gd	US06GD120155	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
5	<sup>153</sup> Gd	US06GD120145	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
6	<sup>153</sup> Gd	US06GD120135	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
7	<sup>153</sup> Gd	US06GD120125	2006-11-01	2.22E+10	V类	ECT 检查室 1	刻度/校准源	使用
8	<sup>22</sup> Na	US18NA000355	2018-08-31	3.7E+6	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
9	<sup>57</sup> Co	US20C7000085	2020-01-09	1.48E+6	V类	温江院区 SPECT/CT 检查室	刻度/校准源	使用
10	<sup>57</sup> Co	US20C7000075	2020-01-09	1.17E+8	V类	温江院区 SPECT/CT 检查室	刻度/校准源	使用
11	<sup>60</sup> Co	CA20CO002372	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
12	<sup>60</sup> Co	CA20CO002362	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
13	<sup>60</sup> Co	CA20CO002352	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
14	<sup>60</sup> Co	CA20CO002342	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
15	<sup>60</sup> Co	CA20CO002332	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
16	<sup>60</sup> Co	CA20CO002322	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
17	<sup>60</sup> Co	CA20CO002312	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
18	<sup>60</sup> Co	CA20CO002302	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
19	<sup>60</sup> Co	CA20CO002292	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
20	<sup>60</sup> Co	CA20CO002282	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
21	<sup>60</sup> Co	CA20CO002272	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

22	<sup>60</sup> Co	CA20CO002262	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
23	<sup>60</sup> Co	CA20CO002252	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
24	<sup>60</sup> Co	CA20CO002242	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
25	<sup>60</sup> Co	CA20CO002232	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
26	<sup>60</sup> Co	CA20CO002222	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
27	<sup>60</sup> Co	CA20CO002212	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
28	<sup>60</sup> Co	CA20CO002202	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
29	<sup>60</sup> Co	CA20CO002192	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
30	<sup>60</sup> Co	CA20CO002182	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
31	<sup>60</sup> Co	CA20CO002172	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
32	<sup>60</sup> Co	CA20CO002162	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
33	<sup>60</sup> Co	CA20CO002152	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
34	<sup>60</sup> Co	CA20CO002142	2020-03-01	1.066E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
35	<sup>60</sup> Co	CA20CO002132	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
36	<sup>60</sup> Co	CA20CO002122	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
37	<sup>60</sup> Co	CA20CO002112	2020-03-01	1.055E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
38	<sup>60</sup> Co	CA20CO002102	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
39	<sup>60</sup> Co	CA20CO002092	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
40	<sup>60</sup> Co	CA20CO002082	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
41	<sup>60</sup> Co	CA20CO002072	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
42	<sup>60</sup> Co	CA20CO002062	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
43	<sup>60</sup> Co	CA20CO002052	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
44	<sup>60</sup> Co	CA20CO002042	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
45	<sup>60</sup> Co	CA20CO002032	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
46	<sup>60</sup> Co	CA20CO002022	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

47	<sup>60</sup> Co	CA20CO002012	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
48	<sup>60</sup> Co	CA20CO002002	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
49	<sup>60</sup> Co	CA20CO001992	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
50	<sup>60</sup> Co	CA20CO001982	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
51	<sup>60</sup> Co	CA20CO001972	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
52	<sup>60</sup> Co	CA20CO001962	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
53	<sup>60</sup> Co	CA20CO001952	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
54	<sup>60</sup> Co	CA20CO001942	2020-03-01	1.062E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
55	<sup>60</sup> Co	CA20CO001932	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
56	<sup>60</sup> Co	CA20CO001922	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
57	<sup>60</sup> Co	CA20CO001912	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
58	<sup>60</sup> Co	CA20CO001902	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
59	<sup>60</sup> Co	CA20CO001892	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
60	<sup>60</sup> Co	CA20CO001882	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
61	<sup>60</sup> Co	CA20CO001872	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
62	<sup>60</sup> Co	CA20CO001862	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
63	<sup>60</sup> Co	CA20CO001852	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
64	<sup>60</sup> Co	CA20CO001842	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
65	<sup>60</sup> Co	CA20CO001832	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
66	<sup>60</sup> Co	CA20CO001822	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
67	<sup>60</sup> Co	CA20CO001812	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
68	<sup>60</sup> Co	CA20CO001802	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
69	<sup>60</sup> Co	CA20CO001792	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
70	<sup>60</sup> Co	CA20CO001782	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
71	<sup>60</sup> Co	CA20CO001772	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

72	<sup>60</sup> Co	CA20CO001762	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
73	<sup>60</sup> Co	CA20CO001752	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
74	<sup>60</sup> Co	CA20CO001742	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
75	<sup>60</sup> Co	CA20CO001732	2020-03-01	1.058E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
76	<sup>60</sup> Co	CA20CO001722	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
77	<sup>60</sup> Co	CA20CO001712	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
78	<sup>60</sup> Co	CA20CO001702	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
79	<sup>60</sup> Co	CA20CO001692	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
80	<sup>60</sup> Co	CA20CO001682	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
81	<sup>60</sup> Co	CA20CO001672	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
82	<sup>60</sup> Co	CA20CO001662	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
83	<sup>60</sup> Co	CA20CO001652	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
84	<sup>60</sup> Co	CA20CO001642	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
85	<sup>60</sup> Co	CA20CO001632	2020-03-01	1.062E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
86	<sup>60</sup> Co	CA20CO001622	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
87	<sup>60</sup> Co	CA20CO001612	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
88	<sup>60</sup> Co	CA20CO001602	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
89	<sup>60</sup> Co	CA20CO001592	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
90	<sup>60</sup> Co	CA20CO001582	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
91	<sup>60</sup> Co	CA20CO001572	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
92	<sup>60</sup> Co	CA20CO001562	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
93	<sup>60</sup> Co	CA20CO001552	2020-03-01	1.006E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
94	<sup>60</sup> Co	CA20CO001542	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
95	<sup>60</sup> Co	CA20CO001532	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
96	<sup>60</sup> Co	CA20CO001522	2020-03-01	1.051E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用



97	<sup>60</sup> Co	CA20CO001512	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
98	<sup>60</sup> Co	CA20CO001502	2020-03-01	1.058E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
99	<sup>60</sup> Co	CA20CO001492	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
100	<sup>60</sup> Co	CA20CO001482	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
101	<sup>60</sup> Co	CA20CO001472	2020-03-01	1.058E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
102	<sup>60</sup> Co	CA20CO001462	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
103	<sup>60</sup> Co	CA20CO001452	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
104	<sup>60</sup> Co	CA20CO001442	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
105	<sup>60</sup> Co	CA20CO001432	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
106	<sup>60</sup> Co	CA20CO001422	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
107	<sup>60</sup> Co	CA20CO001412	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
108	<sup>60</sup> Co	CA20CO001402	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
109	<sup>60</sup> Co	CA20CO001392	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
110	<sup>60</sup> Co	CA20CO001382	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
111	<sup>60</sup> Co	CA20CO001372	2020-03-01	9.953E+11	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
112	<sup>60</sup> Co	CA20CO001362	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
113	<sup>60</sup> Co	CA20CO001352	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
114	<sup>60</sup> Co	CA20CO001342	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
115	<sup>60</sup> Co	CA20CO001332	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
116	<sup>60</sup> Co	CA20CO001322	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
117	<sup>60</sup> Co	CA20CO001312	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
118	<sup>60</sup> Co	CA20CO001302	2020-03-01	9.99E+11	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
119	<sup>60</sup> Co	CA20CO001292	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
120	<sup>60</sup> Co	CA20CO001282	2020-03-01	1.006E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
121	<sup>60</sup> Co	CA20CO001272	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

122	<sup>60</sup> Co	CA20CO001262	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
123	<sup>60</sup> Co	CA20CO001252	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
124	<sup>60</sup> Co	CA20CO001242	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
125	<sup>60</sup> Co	CA20CO001232	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
126	<sup>60</sup> Co	CA20CO001222	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
127	<sup>60</sup> Co	CA20CO001212	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
128	<sup>60</sup> Co	CA20CO001202	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
129	<sup>60</sup> Co	CA20CO001192	2020-03-01	1.01E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
130	<sup>60</sup> Co	CA20CO001182	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
131	<sup>60</sup> Co	CA20CO001172	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
132	<sup>60</sup> Co	CA20CO001162	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
133	<sup>60</sup> Co	CA20CO001152	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
134	<sup>60</sup> Co	CA20CO001142	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
135	<sup>60</sup> Co	CA20CO001132	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
136	<sup>60</sup> Co	CA20CO001122	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
137	<sup>60</sup> Co	CA20CO001112	2020-03-01	1.055E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
138	<sup>60</sup> Co	CA20CO001102	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
139	<sup>60</sup> Co	CA20CO001092	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
140	<sup>60</sup> Co	CA20CO001082	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
141	<sup>60</sup> Co	CA20CO001072	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
142	<sup>60</sup> Co	CA20CO001062	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
143	<sup>60</sup> Co	CA20CO001052	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
144	<sup>60</sup> Co	CA20CO001042	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
145	<sup>60</sup> Co	CA20CO001032	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
146	<sup>60</sup> Co	CA20CO001022	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

147	<sup>60</sup> Co	CA20CO001012	2020-03-01	1.01E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
148	<sup>60</sup> Co	CA20CO001002	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
149	<sup>60</sup> Co	CA20CO000992	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
150	<sup>60</sup> Co	CA20CO000982	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
151	<sup>60</sup> Co	CA20CO000972	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
152	<sup>60</sup> Co	CA20CO000962	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
153	<sup>60</sup> Co	CA20CO000952	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
154	<sup>60</sup> Co	CA20CO000942	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
155	<sup>60</sup> Co	CA20CO000932	2020-03-01	1.01E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
156	<sup>60</sup> Co	CA20CO000922	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
157	<sup>60</sup> Co	CA20CO000912	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
158	<sup>60</sup> Co	CA20CO000902	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
159	<sup>60</sup> Co	CA20CO000892	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
160	<sup>60</sup> Co	CA20CO000882	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
161	<sup>60</sup> Co	CA20CO000872	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
162	<sup>60</sup> Co	CA20CO000862	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
163	<sup>60</sup> Co	CA20CO000852	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
164	<sup>60</sup> Co	CA20CO000842	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
165	<sup>60</sup> Co	CA20CO000832	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
166	<sup>60</sup> Co	CA20CO000822	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
167	<sup>60</sup> Co	CA20CO000812	2020-03-01	1.062E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
168	<sup>60</sup> Co	CA20CO000802	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
169	<sup>60</sup> Co	CA20CO000792	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
170	<sup>60</sup> Co	CA20CO000782	2020-03-01	1.01E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
171	<sup>60</sup> Co	CA20CO000772	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

172	<sup>60</sup> Co	CA20CO000762	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
173	<sup>60</sup> Co	CA20CO000752	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
174	<sup>60</sup> Co	CA20CO000742	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
175	<sup>60</sup> Co	CA20CO000732	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
176	<sup>60</sup> Co	CA20CO000722	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
177	<sup>60</sup> Co	CA20CO000712	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
178	<sup>60</sup> Co	CA20CO000702	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
179	<sup>60</sup> Co	CA20CO000692	2020-03-01	1.014E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
180	<sup>60</sup> Co	CA20CO000682	2020-03-01	1.047E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
181	<sup>60</sup> Co	CA20CO000672	2020-03-01	1.036E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
182	<sup>60</sup> Co	CA20CO000662	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
183	<sup>60</sup> Co	CA20CO000652	2020-03-01	9.99E+11	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
184	<sup>60</sup> Co	CA20CO000642	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
185	<sup>60</sup> Co	CA20CO000632	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
186	<sup>60</sup> Co	CA20CO000622	2020-03-01	1.055E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
187	<sup>60</sup> Co	CA20CO000612	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
188	<sup>60</sup> Co	CA20CO000602	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
189	<sup>60</sup> Co	CA20CO000592	2020-03-01	1.018E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
190	<sup>60</sup> Co	CA20CO000582	2020-03-01	1.029E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
191	<sup>60</sup> Co	CA20CO000572	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
192	<sup>60</sup> Co	CA20CO000562	2020-03-01	1.043E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
193	<sup>60</sup> Co	CA20CO000552	2020-03-01	1.055E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
194	<sup>60</sup> Co	CA20CO000542	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
195	<sup>60</sup> Co	CA20CO000532	2020-03-01	1.032E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
196	<sup>60</sup> Co	CA20CO000522	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用

197	<sup>60</sup> Co	CA20CO000512	2020-03-01	1.04E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
198	<sup>60</sup> Co	CA20CO000502	2020-03-01	1.025E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
199	<sup>60</sup> Co	CA20CO000492	2020-03-01	1.01E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
200	<sup>60</sup> Co	CA20CO000482	2020-03-01	1.021E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
201	<sup>60</sup> Co	CA20CO000472	2020-03-01	1.067E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
202	<sup>60</sup> Co	CA20CO000462	2020-03-01	1.055E+12	II类	伽马刀机房	固定多束远距放射治疗装置（伽玛刀、陀螺刀）	使用
203	<sup>68</sup> Ge	US21GE002305	2021-06-12	3.5E+6	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
204	<sup>68</sup> Ge	US21GE002295	2021-06-12	5.5E+7	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
205	<sup>68</sup> Ge	US21GE002285	2021-06-12	7E+5	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
206	<sup>68</sup> Ge	US21GE002275	2021-06-12	7E+5	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
207	<sup>68</sup> Ge	US21GE002265	2021-06-12	7E+5	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
208	<sup>68</sup> Ge	US21GE002255	2021-06-12	3.5E+6	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
209	<sup>68</sup> Ge	US21GE002245	2021-06-12	5.5E+7	V类	PET/CT 检查室	刻度/校准源	使用
210	<sup>90</sup> Sr	RU22SR000655	2022-11-01	7.4E+8	V类	敷贴室	敷贴器	使用
211	<sup>90</sup> Sr	RU22SR000645	2022-11-01	7.4E+8	V类	敷贴室	敷贴器	使用

表 1-16 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	核素名称	活动种类	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	工作场所	场所等级
1	<sup>11</sup> C	生产	3.70E+08	9.25E+12	转化医学楼回旋加速器制药区	乙级
2	<sup>61</sup> Cu	生产	3.70E+07	1.85E+10		
3	<sup>64</sup> Cu	生产	1.85E+08	3.70E+11		
4	<sup>18</sup> F	生产	1.85E+09	4.63E+13		
5	<sup>68</sup> Ga	生产	1.85E+07	4.63E+11		
6	<sup>68</sup> Ge	使用	1.85E+05	9.25E+10		
7	<sup>124</sup> I	生产	1.85E+09	3.70E+11		
8	<sup>13</sup> N	生产	1.85E+08	7.40E+10		

9	<sup>15</sup> O	生产	1.85E+08	7.40E+10	转化医学楼 PET 检查区	乙级
10	<sup>89</sup> Zr	生产	1.85E+09	1.85E+11		
11	<sup>11</sup> C	使用	1.85E+08	9.25E+11		
12	<sup>64</sup> Cu	使用	1.85E+08	3.70E+11		
13	<sup>18</sup> F	使用	5.55E+08	9.25E+11		
14	<sup>68</sup> Ga	使用	1.85E+07	4.63E+11		
15	<sup>124</sup> I	使用	1.85E+09	3.70E+11		
16	<sup>13</sup> N	使用	1.85E+08	7.40E+10		
17	<sup>15</sup> O	使用	1.85E+08	7.40E+10		
18	<sup>89</sup> Zr	使用	1.85E+09	1.85E+11		
19	<sup>18</sup> F	使用	1.11E+08	1.465E+12	温江院区核医学 科	乙级
20	<sup>131</sup> I	使用	9.25E+07	1.465E+11		
21	<sup>99m</sup> Tc	使用	6.66E+08	1.465E+13		
22	<sup>13</sup> N	生产、使用	6.00E+07	1.87E+10	门诊楼核医学科	乙级
23	<sup>15</sup> O	生产、使用	6.00E+07	1.87E+10		
24	<sup>213</sup> Bi	使用	3.70E+07	7.40E+08		
25	<sup>125</sup> I	使用	7.40E+03	1.85E+08		
26	<sup>125</sup> I (籽源)	使用	1.85E+06	1.332E+11		
27	<sup>32</sup> P	使用	2.00E+06	7.40E+08		
28	<sup>35</sup> S	使用	2.00E+06	7.40E+08		
29	<sup>211</sup> At	使用	3.70E+07	7.40E+08		
30	<sup>11</sup> C	生产、使用	3.70E+06	9.25E+11		
31	<sup>64</sup> Cu	使用	3.70E+05	7.40E+08		
32	<sup>67</sup> Cu	使用	3.70E+06	7.40E+08		
33	<sup>68</sup> Ge / <sup>68</sup> Ga	使用	6.00E+07	1.87E+10		

34	$^3\text{H}$	使用	2.00E+06	7.40E+08				
35	$^{111}\text{In}$	使用	2.40E+07	7.40E+09				
36	$^{177}\text{Lu}$	使用	7.40E+08	1.85E+12				
37	$^{223}\text{Ra}$	使用	1.11E+08	1.11E+09				
38	$^{188}\text{Re}$	使用	2.40E+07	7.40E+09				
39	$^{90}\text{Y}$	使用	1.11E+08	1.11E+12				
40	$^{89}\text{Zr}$	使用	3.70E+06	7.40E+08				
41	$^{153}\text{Sm}$	使用	5.30E+06	3.70E+09				
42	$^{89}\text{Sr}$	使用	5.30E+06	3.70E+09				
43	$^{225}\text{Ac}$	使用	3.70E+08	7.40E+08				
44	$^{166}\text{Ho}$	使用	1.85E+08	1.85E+10				
45	$^{47}\text{Sc}$	使用	1.85E+08	1.85E+10				
46	$^{161}\text{Tb}$	使用	1.85E+08	1.85E+10				
47	$^{14}\text{C}$	使用	2.00E+06	7.40E+08				
48	$^{18}\text{F}$	生产、使用	3.70E+07	9.25E+12				
49	$^{68}\text{Ga}$	使用	3.70E+05	7.40E+08				
50	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	使用	4.44E+08	1.11E+13				
51	$^{131}\text{I}$	使用	5.92E+08	1.11E+13				
52	$^{90}\text{Y}$	使用	1.11E+08	1.11E+12			DSA 检查治疗室 (4)	乙级

表 1-17 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	类别	活动种类	数量	装置名称	规格型号	技术参数（最大）
1	CT 室 1	III类	使用	1	CT	Somatom Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA

2	CT室10	Ⅲ类	使用	1	CT	SOMATOM Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA
3	CT室11	Ⅲ类	使用	1	CT	uCT780	管电压 140 kV 管电流 833 mA
4	CT室13	Ⅲ类	使用	1	CT	Spectral	管电压 140 kV 管电流 1000 mA
5	CT室2	Ⅲ类	使用	1	CT	uCT960+	管电压 140 kV 管电流 833 mA
6	CT室3	Ⅲ类	使用	1	CT	APEX	管电压 140 kV 管电流 740 mA
7	CT室4	Ⅲ类	使用	1	CT	SOMATOM Definition Flash	管电压 140 kV 管电流 800 mA
8	CT室5	Ⅲ类	使用	1	CT	UCT780	管电压 140 kV 管电流 833 mA
9	CT室7	Ⅲ类	使用	1	CT	SOMATOM FORCE	管电压 140 kV 管电流 2600 mA
10	CT室8	Ⅲ类	使用	1	CT	Revolution CT	管电压 140 kV 管电流 740 mA
11	CT室9	Ⅲ类	使用	1	CT	Revolution CT ES	管电压 150 kV 管电流 499 mA
12	DR室11	Ⅲ类	使用	1	DR	RAD SPEED M	管电压 150 kV 管电流 630 mA
13	DSA 检查治疗室 1	Ⅱ类	使用	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA
14	DSA 检查治疗室 2	Ⅱ类	使用	1	DSA	UNIQ Clarity FD20/20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA
15	DSA 检查治疗室 3	Ⅱ类	使用	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA
16	DSA 检查治疗室 4	Ⅱ类	使用	1	DSA	UNIQ Clarity FD20	管电压 125 kV 管电流 1050 mA



17	DSA 心血管介入室	II类	使用	1	DSA	Atis Q ceil	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
18	ECT 检查室 1 (即本项目 SPECT 检查室 1)	III类	使用	1	SPECT/CT	Discovery NM/CT670	管电压 140 kV 管电流 440 mA
19	PET/CT 检查室	III类	使用	1	PET/CT	Vereos	管电压 140 kV 管电流 665 mA
20	X 光摄影室 10	III类	使用	1	DR	Sonialvision safire II	管电压 150 kV 管电流 800 mA
21	X 光摄影室 2	III类	使用	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
22	X 光摄影室 3	III类	使用	1	DR	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
23	X 光摄影室 4	III类	使用	1	乳腺 X 射线机	uMammo890i	管电压 35 kV 管电流 180 mA
24	X 光摄影室 6	III类	使用	1	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	管电压 49 kV 管电流 100 mA
25	X 光摄影室 7	III类	使用	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
26	X 光摄影室 8	III类	使用	1	医用数字 X 光机	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
27	micro-CT 室	III类	使用	1	小动物 CT	NMC-200	管电压 100 kV 管电流 0.2 mA
28	车载 CT 室 1	III类	使用	1	车载 CT	NeuViz 63 1n	管电压 140 kV 管电流 420 mA
29	车载 CT 室 2	III类	使用	1	车载 CT	NeuViz 63 1n	管电压 140 kV 管电流 420 mA
30	第二住院大楼十一楼手术室	II类	使用	1	DSA	INFX 9000V	管电压 125 kV 管电流 1250 mA

31	二楼骨科手术室	III类	使用	1	移动式 C 臂 X 线机	Ziehm vario 3D	管电压 110 kV 管电流 20 mA
32	二楼急诊手术室	III类	使用	1	移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA
33		III类	使用	3	移动式 C 型臂 X 射线系统	Ziehm Solo FD	管电压 110 kV 管电流 10 mA
					移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA
					移动式 C 型臂 X 射线系统	Ziehm Solo FD	管电压 120 kV 管电流 24 mA
34	二门诊 CT 室 6	III类	使用	1	CT	Revolution CT	管电压 140 kV 管电流 740 mA
35	二门诊 DR 检查室	III类	使用	1	DR	Rad speed M+40EG+50G	管电压 125 kV 管电流 800 mA
36	放射科移动设备存储间	III类	使用	1	移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 133 kV 管电流 400 mA
37	放射科移动设备存储间	III类	使用	1	移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 133 kV 管电流 400 mA
38		III类	使用	1	移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 133 kV 管电流 400 mA
39		III类	使用	1	移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 133 kV 管电流 400 mA
40	骨密度室	III类	使用	1	双能 X 线骨密度诊断仪	Lunar IDXA	管电压 100 kV 管电流 3 mA
41	回旋加速器机房	II类	使用	1	回旋加速器	HM-10	粒子能量 10 MeV
42	急诊 X 光摄影室	III类	使用	1	DR	uDR780i Pro	管电压 125 kV 管电流 630 mA

43	加速器机房 1	II类	使用	1	医用直线加速器	Synergy	粒子能量 15 MeV
44	加速器机房 11	II类	使用	1	核磁共振直线加速器	Elekta Unity	粒子能量 7 MeV
45	加速器机房 2	II类	使用	1	医用直线加速器	synergy	粒子能量 15 MeV
46	加速器机房 3	II类	使用	1	医用直线加速器	Radixat	粒子能量 6 MeV
47	加速器机房 4	II类	使用	1	医用直线加速器	CLINAC CX	粒子能量 6 MeV
48	加速器机房 5	II类	使用	1	医用直线加速器	AccStar	粒子能量 14 MeV
49	加速器机房 6	II类	使用	1	医用直线加速器	Edge	粒子能量 10 MeV
50	加速器机房 7	II类	使用	1	医用直线加速器	VersaHD	粒子能量 15 MeV
51	加速器机房 8	II类	使用	1	医用直线加速器	Elekta Synergy	粒子能量 15 MeV
52	加速器机房 9	II类	使用	1	医用直线加速器	Elekta Synergy	粒子能量 15 MeV
53	介入手术室 7	II类	使用	1	DSA	Azurion7 M20	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
54	介入手术室 8	II类	使用	1	DSA	IGS5	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
55	介入手术室 9	II类	使用	1	DSA	Azurion7 M12	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
56	科研基地	III类	使用	1	小动物 MicroCT	Micro	管电压 90 kV 管电流 0.088 mA
57	科研基地	III类	使用	2	生物辐照仪	RS-2000	管电压 160 kV 管电流 25 mA

					生物辐照仪	RS-2000	管电压 160 kV 管电流 25 mA
58		III类	使用	1	精准放疗仪	Smart	管电压 225 kV 管电流 45 mA
59	泌尿手术室	III类	使用	1	数字化泌尿 X 射线系统	Uroskop Omnia Max	管电压 150 kV 管电流 800 mA
60	模拟定位机房	III类	使用	1	模拟定位机	Simulix-Evo lution	管电压 125 kV 管电流 500 mA
61	神经外科病房	III类	使用	2	移动 CT 机	CereTom NL3000	管电压 140 kV 管电流 7 mA
					移动 CT	NL3000	管电压 140 kV 管电流 7 mA
62	十二楼儿外手术室	III类	使用	1	移动小 C	Ziehm Solo	管电压 110 kV 管电流 10 mA
63	数字减影血管造影室 1	II类	使用	1	DSA	AlluraXper FD20	管电压 125 kV 管电流 1250 mA
64	数字减影血管造影室 2	II类	使用	1	DSA	Allura Xper FD10	管电压 125 kV 管电流 1250 mA
65	数字减影血管造影室 3	II类	使用	1	DSA	Allura Xper FD10	管电压 125 kV 管电流 1250 mA
66	数字减影血管造影室 5	II类	使用	1	DSA	Azurion 7M12	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
67	数字减影血管造影室 6	II类	使用	1	DSA	Atis Q ZEN	管电压 125 kV 管电流 800 mA
68	数字胃肠钡剂造影室	III类	使用	1	数字胃肠机	Sonialvision C200	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
69	体检中心 CT 室	III类	使用	1	CT	SOMATOM Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA
70	体检中心 CT 室 2	III类	使用	1	CT	Revolution CT ES	管电压 140 kV 管电流 740 mA

71	体检中心 DR 室	III类	使用	1	DR	uDR 780i	管电压 150 kV 管电流 1000 mA
72	体检中心骨密度测定室 1	III类	使用	2	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA
73	体检中心骨密度测定室 2	III类	使用	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA
74	体检中心骨密度测定室 3	III类	使用	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA
75	体检中心骨密度测定室 4	III类	使用	1	手指骨密度仪	MetriScan	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA
76	体外冲击波碎石中心	III类	使用	1	碎石机	Dornier CompactS	管电压 110 kV 管电流 4 mA
77	温江院区 CT 室 1	III类	使用	1	CT	SOMATOM Definition AS	管电压 140 kV 管电流 666 mA
78	温江院区 CT 室 3	III类	使用	1	CT	SOMATOM DEFINITION FLASH	管电压 140 kV 管电流 714 mA
79	温江院区 DR 室 1	III类	使用	1	DR	RADSPEED M	管电压 150 kV 管电流 630 mA
80	温江院区 DR 室 2	III类	使用	1	DR	RADSPEED M	管电压 150 kV 管电流 630 mA
81	温江院区 DR 室 3	III类	使用	1	DR	Sonialvision Safire II	管电压 150 kV 管电流 800 mA
82	温江院区 PET/CT 检查室	III类	使用	1	PET/CT	Discovery 710 Clarity	管电压 140 kV 管电流 600 mA
83	温江院区 SPECT/CT 检查室	III类	使用	1	SPECT/CT	Symbia Intevo Bold	管电压 130 kV 管电流 345 mA
84	温江院区骨密度室	III类	使用	1	骨密度仪	Lunar Idxa	管电压 100 kV 管电流 3 mA
85		III类	使用	2	手指骨密度仪	METRISCAN	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA

					手指骨密度仪	METRISCAN	管电压 60 kV 管电流 0.33 mA
86	温江院区移动设备存储间	III类	使用	1	移动小 C	WHA-200	管电压 110 kV 管电流 3 mA
87		III类	使用	1	移动 DR	Mobile Dart Evolution	管电压 150 kV 管电流 400 mA
88	小动物侵髓实验室 1	III类	使用	1	生物辐照仪	PXi X-RAD 160	管电压 160 kV 管电流 25 mA
89	小动物侵髓实验室 2	III类	使用	1	小动物生物辐照仪	RS2000pro	管电压 160 kV 管电流 25 mA
90	小动物侵髓实验室 3	III类	使用	1	小动物生物辐照仪	RS2000pro	管电压 160 kV 管电流 25 mA
91	医技楼五楼呼吸 DSA	II类	使用	1	DSA	Artis Qceiling	管电压 125 kV 管电流 1000 mA
92	转化医学楼 CT12 室	III类	使用	1	CT	Revolution Apex	管电压 140 kV 管电流 1300 mA
93	转化医学楼 ERCP 室 2	III类	使用	1	转化医学楼 ERCP	N90	管电压 150 kV 管电流 900 mA
94	转化医学楼 PET/CT 检查室 1	III类	使用	1	PET/CT	uM780	管电压 140 kV 管电流 667 mA
95	转化医学楼, 负一层, 实验室	III类	使用	1	micro PET/CT	IRIS	管电压 80 kV 管电流 1 mA
96	转化医学楼回旋加速器机房	II类	使用	1	回旋加速器	Kiube 100	粒子能量 18 MeV

## 2、辐射安全与防护管理机构

建设单位于 2021 年 2 月调整了放射防护管理委员会（川医院[2021]9 号），全面负责全院辐射安全与环境保护监督管理工作。委员会下设办公室在医务部医务科，日常工作由医务部负责，并明确了各职能部门主要职责，有领导主管、安全机构健全。

管理委员会人员设置如下：

表 1-11 放射防护管理委员会人员设置表

职务	人员
主任委员	曾*
副主任委员	李大江、余*、李志平
委员	吴**、杨*、杜*、梁**、刘*、宋*、李**、田*、周*、徐**、王*、周**、陈*、赵**、罗**、陈**、卢*、毕*、柏*、曹*、金**、李*、焦*
秘书	高**、胡*

## 3、辐射安全管理制度的建立和执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，医院已制定有一套相对完善的管理制度，包括辐射安全管理规定、操作规程、安全防护设备的维护与维修制度、监测方案、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员岗位职责和辐射事故应急预案等，医院辐射安全管理制度的内容符合《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函 [2016] 1400 号）中的要求。医院制定的各种辐射安全管理制度较全面，具有可行性。在医院放射防护管理委员会的领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度严格落实，定期组织对辐射工作场所和设备进行放射防护检测、监测和检查，制度执行情况较好。

## 4、辐射安全培训情况

医院现有辐射工作人员 776 人，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，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），736 人已参加院内“辐射安全防护知识”考核或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>）学习相关知识并报名和考核，并取得合格证书。

本项目辐射工作人员均为新增辐射工作人员，医院承诺将尽快安排尚未参加培训的 40 名辐射工作人员及本项目新增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>）学习相关知识并报名参加考核。

#### 5、辐射工作人员个人剂量情况

医院现有辐射工作人员 776 名，每名工作人员均配有个人剂量计，根据建设单位提供的近一年度全院辐射工作人员的个人剂量检测报告，全院辐射工作人员低于职业人员 5mSv/年的约束限值，其中申孔龙 2022 年第一季度个人剂量计检测结果大于职业人员 1.25mSv/季度的约束限值，超标原因是曾经佩戴个人剂量计扶持接受放射性检查的受检者。医院应加强对辐射工作人员的监督管理，规范佩戴个人剂量计。

#### 6、年度评估情况

医院编制了《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2022 年度）》，包括基本信息、辐射安全许可证符合性检查及变更情况、射线装置使用台帐及变更情况、辐射防护设施设备及废物处置、辐射安全与防护制度的修订和落实情况、辐射工作人员和个人剂量情况、场所辐射环境监测及监测数据、辐射事故及应急响应、辐射安全隐患及整改。

现医院辐射安全管理情况如下：

- （1）单位名称、地址和法人代表未发生变更。
- （2）辐射安全许可证所规定的活动种类未发生改变，2022 年新增医技楼 5 楼 1 台 DSA（Ⅱ类射线装置），新增医技楼 3 楼 DSA 检查治疗室（4）为乙级非密封放射性物质工作场所。
- （3）现有放射性同位素与射线装置与台账明细一致。
- （4）辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作，未发生辐射安全事故。
- （5）制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项措施和制度得到落实。
- （6）按要求办理了放射性同位素转让（进出口、送贮）等手续，并及时更新了台账。
- （7）委托有资质单位开展了辐射工作场所的辐射环境监测和对辐射工作人员的个人剂量，结果表明均满足国家标准要求。
- （8）本年度我院对环保部门现场检查提出的整改要求进行了整改落实，在



年度评估中对发现的安全隐患及时进行了整改。

#### 7、年度监测情况

2022 年医院已委托四川同佳检测有限责任公司开展了年度监测（同环（辐）检字（2022）第 551 号-01 号、同环（辐）检字（2022）第 551 号-02 号、同环（辐）检字（2022）第 551 号-03 号、同环（辐）检字（2022）第 451 号），直线加速器机房工作场所屏蔽体外 X- $\gamma$  辐射剂量率满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）规定的 2.5 $\mu$ Sv/h 控制剂量率限值要求；回旋加速器机房周围 X- $\gamma$  辐射剂量率、中子剂量率均满足《10MeV~20MeV 范围内固定能量强流质子回旋加速器》（GB/T34127-2017）场所辐射剂量率“监督区 1 $\mu$ Sv/h，控制区 10 $\mu$ Sv/h”的限值要求；放射诊断设备工作场所屏蔽体外 X- $\gamma$  辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）定的 2.5 $\mu$ Sv/h 控制剂量率限值要求；核医学科工作场所屏蔽体外 X- $\gamma$  辐射剂量率《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）规定的 2.5 $\mu$ Sv/h 控制剂量率限值要求， $\alpha$ 、 $\beta$  表面沾污均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区 40Bq/cm<sup>2</sup>，监督区 4 Bq/cm<sup>2</sup> 限值要求；辐射工作人员所受剂量小于 5mSv/a 的年剂量约束值，周围公众所受剂量小于 0.1mSv/a 的年剂量约束值。

2022 年医院已委托四川同佳检测有限责任公司开展了核医学科衰变池水样的季度监测（同环检字（2022）第 0518 号、同环检字（2022）第 0912 号、同环检字（2022）第 1458 号、同环检字（2022）第 2021 号），衰变池水样的总  $\alpha$ 、总  $\beta$  检测值均未超过《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 限值（总  $\beta$  排放标准 10Bq/L、总  $\alpha$  排放标准 1Bq/L）。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	<sup>18</sup> F	液态	使用	2.78E+09	7.77E+05	5.55E+10	显像	很简单操作、源的贮存	动物 PET/CT 间和动物准备间操作间	动物准备间操作间的放射性药物保险柜
2	<sup>64</sup> Cu	液态	使用	3.70E+08	3.70E+06	1.85E+09	显像	简单操作		
3	<sup>68</sup> Ga	液态	使用	1.85E+09	3.85E+06	9.25E+09	显像	简单操作、源的贮存		

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 X 射线能量 (MeV)	最大电子线能量 (MeV)	剂量率 (Gy/min)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	动物 PET/CT	III	1 台	inviscan IRIS	80	1	实验显像	动物 PET/CT 间	本项目新增

(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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
动物 PET/CT 间臭氧	气态	/	/	/	/	引至生物安全实验楼楼顶排放
一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶、注射放射性药物后的动物排泄物及下垫物、在实验或扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体	固态	$^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$	25kg/a	/	按不同核素分类收集，经双层生物安全垃圾袋打包（注射器及针头预先装入利器盒）及表面消毒处理后，暂存于放射性固废暂存容器内，其中注射放射性药物后的动物排泄物及下垫物、含放射性核素的动物尸体暂存于冰箱内铅桶，本项目暂存超过 30 天	经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$ 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$ 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，经生物安全型高压灭菌锅/表面消毒+双扉高压蒸汽灭菌器灭菌消毒后，暂存于污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。
排风口更换下的废活性炭过滤器	固态	$^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$	10kg/a	/		
未接触放射性药物的一次性注射器、废弃滤纸、手套等医用辅料	固态	/	5kg/a	/	经生物安全型高压灭菌锅/表面消毒+双扉高压蒸汽灭菌器灭菌消毒后，暂存于污物暂存间	由有资质单位统一回收处理
饲养衰变至解控水平后解剖的动物尸体或组织	固态	/	15kg/a	/	经生物安全型高压灭菌锅/表面消毒+双扉高压蒸汽灭菌器灭菌消毒后，暂存于污物暂存间内	由有资质单位统一回收处理

不涉及放射性药物的动物饲养过程中产生的动物排泄物及下垫物	固态	/	6kg/a	/	经生物安全型高压灭菌锅/表面消毒+双扉高压蒸汽灭菌器灭菌消毒后，暂存于污物暂存间内	由有资质单位统一回收处理
放射性废气	气态	$^{18}\text{F}$ 、 $^{64}\text{Cu}$ 、 $^{68}\text{Ga}$	/	/	/	经高效过滤器+活性炭过滤器过滤后引至生物安全实验楼楼顶排放
恶臭、臭氧	气态	/	/	/	/	经高效过滤器+活性炭过滤器过滤后引至生物安全实验楼楼顶排放

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>2</sup>）和活度（Bq）。

**表 6 评价依据**

<p><b>法规 文件</b></p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（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) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（国务院 682 号令）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）对其进行了修改）；</p> <p>(6) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令 第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行）；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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>(10) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;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）；</p> <p>(11) 《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>(12) 《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》（环发[2006]145 号）；</p>
-------------------------	---

	<p>(13) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(发展和改革委员会令第 29 号);</p> <p>(14) 《国家发展改革委关于修改&lt;产业结构调整指导目录(2019 年本)&gt;的决定》(发展和改革委员会令第 49 号令, 2021 年 12 月 30 日起施行);</p> <p>(15) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2021 年版)(生态环境部第 16 号令);</p> <p>(16) 《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>(17) 《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>(18) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号);</p> <p>(19) 《关于印发&lt;四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)&gt;的通知》(川环函[2016]1400 号);</p> <p>(20) 《关于印发&lt;四川省生态环境厅(四川省核安全局)辐射事故应急预案(2020 版)&gt;的通知》(川环发[2020]2 号)。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010);</p> <p>(3) 《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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(4) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021);</p> <p>(5) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020);</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(7) 《医学与生物学实验室使用非密封放射性物质的放射卫生防护基本要求》(WS457-2014);</p> <p>(8) 《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(9) 《核技术利用放射性废物最小化》(HAD401/11-2020);</p> <p>(10) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017);</p>

	<p>(11) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</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) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(14) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p>
其他	<p>(1) 《生态环境部(国家核安全局)核技术利用项目监督检查技术程序》(2020年发布版)；</p> <p>(2) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社；</p> <p>(3) 《放射卫生学》，章仲侯主编，原子能出版社；</p> <p>(4) 《RADIONUCLIDE AND RADIATION PROTECTION DATA HANDBOOK 2002》(Published by Nuclear Technology Publishing)；</p> <p>(5) 《委托书》；</p> <p>(6) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>



**表 7 保护目标及评价标准**

**评价范围**

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的有关规定，对于丙级非密封放射性物质工作场所和III类射线装置，评价范围确定为非密封放射性物质工作场所（动物准备间/操作间、动物 PET/CT 间）实体屏蔽物边界外 50m 范围。

**保护目标**

本项目的�主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目辐射工作场所布局及评价范围、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 主要环境保护目标

保护名单	人数	方位	位置	距离辐射工作场所实体边界距离 (m)	
				水平	垂直
职业人员	2 人	/	动物 PET/CT 间、动物准备间/操作间、缓冲室	场所内	/
	1 人	东侧	动物 PET/CT 间的控制室	16.0	/
周围公众	流动人群	北侧	消毒前室、消毒后室、配电室等生物安全实验楼内房间	0.0~17.0	/
	流动人群	北侧	厂内道路、设备站（在建）	17.0~50.0	/
	约 10 人	东侧	其他实验室、走廊、中控室等生物安全实验楼内房间	0.0~25.0	/
	流动人群	东侧	厂内道路和下沉庭院	25.0~50.0	/
	约 5 人	南侧	其他实验室、走廊、淋浴更衣间等生物安全实验楼内房间	0.0~20.0	/
	流动人群	南侧	厂内道路、厂外空地	20.0~50.0	/
	约 5 人	西侧	走廊、动物饲养区、解剖室等生物安全实验楼内房间	0.0~12.0	/
	流动人群	西侧	厂内道路、污水处理站（在建）、危废暂存间（在建）、事故应急池（在建）、门卫室（在建）、厂外空地	12.0~50.0	/
	流动人群	上方	辅助层*	/	+3.1
	流动人群	上方	设备间（二层）	/	+7.5
	流动人群	下方	夹层*	/	-2.1
约 5 人	下方	污水处理间和 P2 实验室（负一层）	/	-7.1	

注：\* 辅助层和本项目场所位于同层（即一层），夹层介于一层和负一层之间，辅助层和夹

层功能均为设备管道层。

## 评价标准

### 一、环境质量标准

- (1) 环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- (2) 地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- (3) 声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准。

### 二、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）二级标准；
- (2) 废水：《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关标准；
- (3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。

### 三、辐射环境影响评价标准

#### 1、个人剂量约束值

(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。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4执行，即职业人员全身剂量约束限值为5mSv/a。

(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。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量的1/10执行，即0.1mSv/a，作为本项目公众照射年有效剂量约束值。

#### 2、工作场所的防护水平要求

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2.5μSv/h。

②根据《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 $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h。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 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h。

### 3、放射性表面污染控制水平

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）表 2，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		$\beta$ 放射性物质 (Bq/cm <sup>2</sup> )
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	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4

### 4、放射性废物清洁解控水平

参考《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， $\alpha$  表面污染小于 0.08Bq/cm<sup>2</sup>、 $\beta$  表面污染小于 0.8Bq/cm<sup>2</sup> 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；

③含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

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  $\beta$  和  $\gamma$  发射体以及低毒性  $\alpha$  发射体应小于 4Bq/cm<sup>2</sup>、其他  $\alpha$  发射体应小于 0.4Bq/cm<sup>2</sup>。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**一、场所现状**

本项目位于四川省成都天府国际生物城（凤凰路和岐黄一路交叉口）——华西国际生物学研究与转化中心内。根据现场踏勘，华西国际生物学研究与转化中心主体结构已基本结束，目前处于装饰装修阶段，周围主要为道路、在建工地和空地等。本项目内部各房间墙体尚未修筑。本项目拟建地周围评价范围内没有其他电离辐射源，周围辐射环境趋于一致。

本项目工作场所周围环境现状见图8-1。



图8-1 本项目工作场所周围环境现状

**二、辐射环境监测**

本项目为丙级非密封放射性物质工作场所和使用III类射线装置，主要的污染

因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价由四川省核工业辐射测试防护院宜宾检测中心有限公司对本项目所在位置的辐射环境进行了监测，监测结果见表 8-3~表 8-4。

### 1、监测方法与标准

- (1) 《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- (2) 《表面污染测定 第一部分： $\beta$  发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和  $\alpha$  发射体》（GB/T 14056.1-2008）。

### 2、监测点位布设

根据本项目辐射工作场所布置情况，本次选择在本项目拟建地及其周围布设监测点位以反映区域辐射环境质量本底状况，具体见表 8-1。主要监测因子为 X- $\gamma$  辐射剂量率、 $\beta$  表面沾污，本次共布设 5 个监测点位，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

表 8-1 监测布点方案表

点位	监测位置	监测因子	监测频次
1#	生物安全实验楼北侧空地	X- $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面沾污	监测一次
2#	生物安全实验楼东侧空地		监测一次
3#	生物安全实验楼南侧空地		监测一次
4#	生物安全实验楼西侧空地		监测一次
5#	生物安全实验楼一层本项目动物准备间/操作间拟建地		监测一次

### 3、监测现场环境状况

2023 年 04 月 12 日，监测时环境温度：21.6℃~22.5℃；环境湿度：63.2%~64.7%；天气状况：晴。

### 4、监测仪器

本项目监测仪器见表 8-2。

表 8-2 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：环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能率仪 仪器型号：RJ32-2102 仪器编号：RJ3200143 能量响应：20keV~7.0MeV 检定证书编号： 2022H21-20-3955650001 检定单位：上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心 检定日期：2022 年 7 月 5 日 有效日期：2023 年 7 月 4 日
β 表面污染活度	《表面污染测定 第一部分：β 发射体 (E <sub>βmax</sub> >0.15MeV) 和 α 发射体》 (GB/T 14056.1-2008)	仪器名称：α、β 表面污染仪 仪器型号：COMo-170 仪器编号：9489 测量范围：α：0.1 cps；β/γ15-25 cps 检定证书编号：202301005656 检定单位：中国测试技术研究院 校准日期：2023 年 01 月 20 日 有效日期：2024 年 01 月 19 日

### 5、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院宜宾检测中心有限公司，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：222312051293），并在许可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。具体质量保证措施如下：

①根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《表面污染测定 第一部分：β 发射体 (E<sub>βmax</sub>>0.15MeV) 和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）和项目实际情况制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

③监测仪器每年经过计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤合理布设监测点位置，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑥监测时获取足够的数量，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；

⑦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；

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

## 6、监测结果

本项目监测结果见表 8-3~表 8-4。

表 8-3 项目拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

点位	监测位置	X-γ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1#	生物安全实验楼北侧空地	97	4.4	/
2#	生物安全实验楼东侧空地	98	5.4	
3#	生物安全实验楼南侧空地	106	4.5	
4#	生物安全实验楼西侧空地	115	3.7	
5#	生物安全实验楼一层本项目 动物准备间/操作间拟建地	109	3.8	

表 8-4 项目拟建地及周围 β 表面污染活度监测结果

编号	测量点位置	表面污染活度水平 (Bq/cm <sup>2</sup> )	标准差 (Bq/cm <sup>2</sup> )	备注
1#	生物安全实验楼北侧空地	0.38	0.01	/
2#	生物安全实验楼东侧空地	0.39	0.03	
3#	生物安全实验楼南侧空地	0.46	0.01	
4#	生物安全实验楼西侧空地	0.48	0.01	
5#	生物安全实验楼一层本项目 动物准备间/操作间拟建地	0.43	0.02	

根据表 8-3，项目拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 97nGy/h~115nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

根据表 8-4，项目拟建地及周围 β 表面污染活度为 0.38Bq/cm<sup>2</sup>~0.48Bq/cm<sup>2</sup>，

无明显异常。



**表 9 项目工程分析与源项**

**工程设备和工艺分析**

**一、工作原理——动物 PET/CT**

PET (Positron Emission Tomography, 正电子发射型计算机断层显像) 是目前最先进的放射性核素显像技术。PET 工作原理是利用正电子核素标记或合成相应的显像剂, 引入机体后定位于靶器官, 这些核素在衰变过程中发射正电子并发生湮灭效应, 产生两个能量相等、运动方向相反的  $\gamma$  光子, 根据动物不同部位吸收标记化合物能力的不同, 同位素在动物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, 然后通过 PET 的  $\gamma$  射线检测器环列 (例如闪烁计数器) 探测  $\gamma$  光子辐射的轨迹线, 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。

CT 是利用 X 射线对动物解剖结构的密度差异进行成像的断层显像技术。CT 提供的信息可显示机体组织脏器解剖结构的改变, 发现病变并可以确定其范围及周围组织脏器的毗邻关系。

PET/CT 的工作原理是把 PET 和 CT 两个影像技术相融合, 实现了 PET 和 CT 图像的同机融合, 一次成像即可获得 PET 图像、CT 图像、PET 和 CT 的融合图像, 同时 CT 扫描数据还可用于 PET 图像的衰减校正, 大大缩短了 PET 检查时间。

动物 PET/CT 是当今全球医药领域及生物工程方面的领先技术, 通过对动物进行活体状况下的功能及解剖成像, 获得动物身体代谢情况及药物在体内分布情况的各种数据, 能对肿瘤、神经等疾病以及遗传基因研究、药物临床前筛选等提供先进的技术支持。

本项目使用非密封放射性物质氟-18、铜-64 和镓-68 进行科学研究, 当非密封放射性物质及其标记物通过注射等方式进入动物体内, 非密封放射性物质及其标记物将根据其化学及生物学特性随血液进入特定的组织器官, 参与或模仿部分生命物质在生物体内的病理生理及代谢过程, 该过程中正常组织和病变组织富集放射性核素及其标记物的能力有所差异, 可利用 PET/CT 探测放射性核素发射的电子/光子在动物体内的分布情况, 并将影像转换为图件以显示脏器的功能、代

谢及病变位置、形态、大小等解剖结构。

## 二、操作流程

本项目非密封放射性物质氟-18、铜-64 和镓-68 均直接向有资质单位进行购买。

本项目实验操作流程如下：

①实验前准备：审核相应显像扫描实验 SOP 流程，并计算时间长度；预约订购标记好的非密封放射性物质；确认相关试剂耗材及防护用品等到位。

非密封放射性物质的分装和注射等操作均在动物准备间/操作间内的铅防护生物安全柜中进行，铅防护生物安全柜为 4mm 铅当量的屏蔽体，柜内正对人员操作位处设置 20mm 铅当量的铅玻璃屏风。操作人员内穿个人辐射防护用品（0.5mm 铅当量）及全身式生物安全正压防护服（含头部，自带生命支持系统）+外穿一次性工作服/手套/鞋套，操作注射器从储药铅罐内抽取所需放射性药物后，待用。

②将实验用的动物，通过密闭笼具从动物饲养区运至动物准备间/操作间内的铅防护生物安全柜中，采用异氟烷/七氟烷、舒泰或其他麻醉剂将其麻醉后，通过静脉注射放射性药物。

③将注射放射性药物后的动物通过笼具转移至同房间的铅防护负压动物隔离器内等候，等候一段时间后，转移笼具至铅防护生物安全柜内，将动物取出，置于动物舱/床内，再转移至动物 PET/CT 间，接入麻醉机（使动物在显像过程处于持续麻醉状态）后，进行 CT 和 PET 显像。

④图像采集结束后，将动物舱/床从动物 PET/CT 间转移至动物准备间/操作间的铅防护生物安全柜，将动物取出，置于笼具内，再转移至同房间的铅防护负压动物隔离器内继续饲养，衰变至少 10 个半衰期，经监测达标后，动物经密闭笼具转运至普通动物饲养区。

⑤实验数据记录：记录内容包括放射性药物名称、注射剂量、注射时间、成像时间、动物重量等信息。

⑥根据实验方案不同，必要时，会对饲养衰变至解控水平后的动物实施安乐死后解剖，该实验步骤在本项目的动物准备间/操作间的铅防护生物安全柜内进行，解剖后的动物尸体和组织，属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中“HW01

医疗废物”，装入生物安全垃圾袋中，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒前室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后从消毒后室取出，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。

此外，PET/CT 每年进行 1-2 次校准，氟-18 药物置于 PET/CT 设备内，工作人员在控制室操作，单次校准药量为  $1.20 \times 10^7 \text{Bq}$ （约 0.32mCi），单次校准最长 30min。

建设单位每天只使用一种核素，且根据实验方案的不同，每阶段的实验方案也只使用一种核素。

主要实验操作流程见图 9-1。

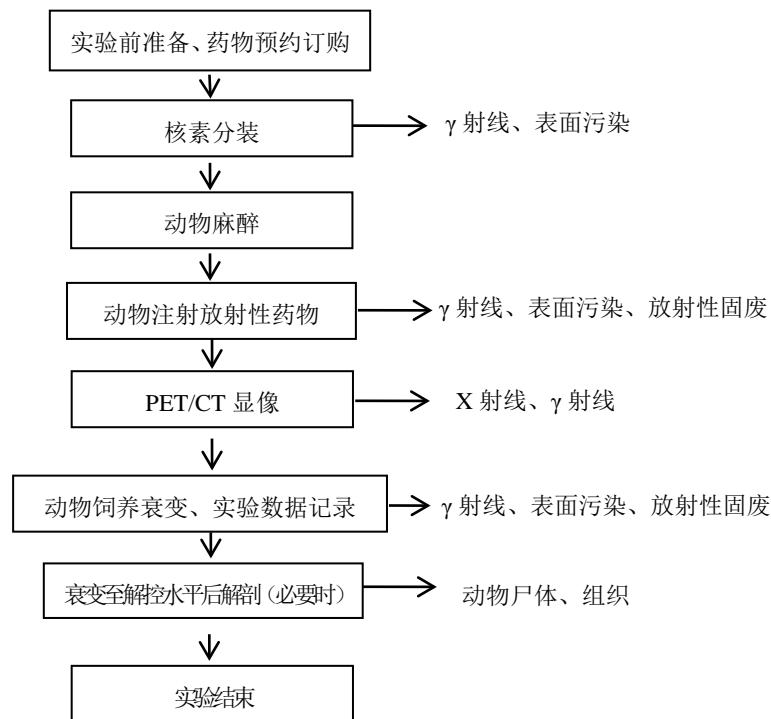


图 9-1 主要实验操作流程及产污环节图



图 9-2 铅防护生物安全柜



图 9-3 动物舱

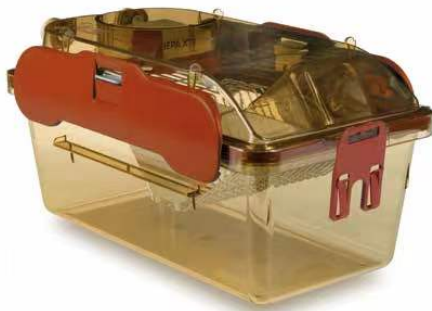


图 9-4 笼具

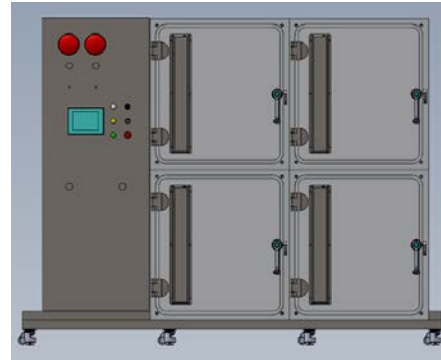


图 9-5 铅防护负压动物隔离器

### 三、人流、物流路径

#### 1、工作人员路径

根据生物安全实验管理要求，进入生物安全实验楼和 P3 实验室核心区域的人员数量受限，且人员固定。

(1) 实验操作人员从生物安全实验楼一层东侧人员入口进入，通过 P3 实验室防护区入口进入一更；

(2) 在一更脱去自身衣物后，穿着实验室规定洗手服和个人穿戴后进入二更；

(3) 在二更穿着个人辐射防护用品和全身式生物安全正压防护服（含头部，自带生命支持系统）；

(4) 经过化学淋浴间、受控走廊，进入缓冲间，穿着一一次性工作服/手套/

鞋套，再进入动物准备间/操作间和动物 PET/CT 间；

(5) 当人员操作结束后，经辐射监测合格后退出，如不合格，将外穿的一次性工作/手套/鞋套等按放射性固废处理；

(6) 经过缓冲间、受控走廊，进入化学淋浴间；

(7) 退至二更脱去全身式生物安全正压防护服（含头部，自带生命支持系统）和个人辐射防护用品；

(8) 脱去个人穿戴；

(9) 淋浴；

(10) 退至一更穿着个人衣物；

(11) 退出 P3 实验室防护区。

## 2、动物路径

实验前，根据实验方案不同，采购一定数量的动物暂存于生物安全实验楼一层的动物饲养区；实验准备阶段，工作人员将动物（不含放射性核素）通过密闭笼具从动物饲养区运至同层的动物准备间/操作间的铅防护生物安全柜中进行麻醉；必要时，动物麻醉后，由工作人员带入动物 PET/CT 间进行注射药物前的显像；注射显像阶段，工作人员在铅防护生物安全柜中对动物进行放射性药物注射，将注射放射性药物后的动物通过笼具转移至同房间的铅防护负压动物隔离器内等候，等候结束后，转移笼具至铅防护生物安全柜内，将动物取出，置于动物舱/床内，再转移至动物 PET/CT 间进行显像，动物显像完成后，将动物舱/床从动物 PET/CT 间转移至动物准备间/操作间的铅防护生物安全柜，将动物取出，置于笼具内，再转移至同房间的铅防护负压动物隔离器内继续饲养，衰变至解控水平（经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$  表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）后，动物经笼具转运至动物饲养区。

## 3、放射性药物路径

本项目所使用的放射性药物均来自于有资质的生产厂家。由于建设单位使用各类型药物活度和用量的不同，出厂时由厂家分别采用不同防护规格的铅罐密闭包装，铅罐表面剂量满足标准要求，且用完后的空铅罐由厂家进行回收。药物厂家负责由产地至本项目的运输过程，并承担相应过程中的辐射安全防护责任。

项目运行时，建设单位将与供药单位协定，放射性药物每天将在上班前从生物安全实验楼一层的西侧通道口进入，经消毒后室传递窗，通过缓冲间转入动物

准备间/操作间的放射性药物保险柜内暂存，动物注射前准备（麻醉）好后再转运至铅防护生物安全柜内。

放射性药物运输整个过程均是在早晨实验开始前进行，药品以最短距离进入动物准备间/操作间，且放射性药物在控制区内流动范围较小，有效控制药物转移过程中因撒漏造成的表面污染范围，从布局来说，药物路径设置合理。

#### 4、放射性废物路径

(1) 暂存衰变。分装、注射过程中产生的一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶等放射性固废，经双层生物安全垃圾袋打包（注射器及针头预先装入利器盒）及表面消毒处理后，暂存于动物准备间/操作间内的铅桶；注射放射性药物后的动物在衰变过程中的排泄物及下垫物，以及在实验、扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体，经双层生物安全垃圾袋打包及表面消毒处理后，暂存于冰箱内的铅桶。放射性废物暂存超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$  表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  的，可对废物清洁解控。

(2) 生物无害化消毒。达到清洁解控水平的放射性废物在动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒。

(3) 转运。灭菌完成后，经走廊、消毒前室转至双扉高压蒸汽灭菌器。

(4) 二次消毒。在消毒前室将废物装入双扉高压蒸汽灭菌器二次高温高压消毒灭菌；

(5) 暂存和处理。经消毒后室从双扉高压灭菌器外门取出废弃物，离开 P3 实验室防护区，登记暂存于污物暂存间，由具有医疗废弃物回收处理资质的单位统一回收处理。

放射性废物在动物准备间/操作间内暂存衰变，经监测达清洁解控后按医疗废物处理，经生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒/表面消毒+双扉高压蒸汽灭菌器二次高温高压消毒灭菌后，以最短距离转运至污物暂存间内，避免了对其他人员的二次照射，同时该区域人员流动少，降低了职业人员及公众受照射的可能性。从布局来说，放射性废物路径设置合理。

本项目所在的 P3 实验室核心区域所有进出口设置有独立门禁，非 P3 实验室工作人员不能直接进入。此外，P3 实验室核心区域所在的生物安全实验楼一层所有进出口也设置独立门禁，非生物安全实验楼工作人员不能直接进入。

本项目辐射工作区域相对封闭且独立，辐射工作区域与非辐射工作区域完全

分离，且各功能房间布局紧凑、有效衔接，控制放射性药物和废物的流动范围从而控制表面污染的范围。综上，本项目人流、物流路径合理。

## 污染源项描述

### 一、施工期工艺分析

本项目涉及的场所均为已有预留房间，其屏蔽防护已在设计中考虑，目前正在建设。本项目仅依托已有房间开展辐射活动，不涉及其屏蔽体的改造及其他土建活动。

本项目施工期主要是设备安装、调试阶段，主要污染因素为 X 射线和臭氧。

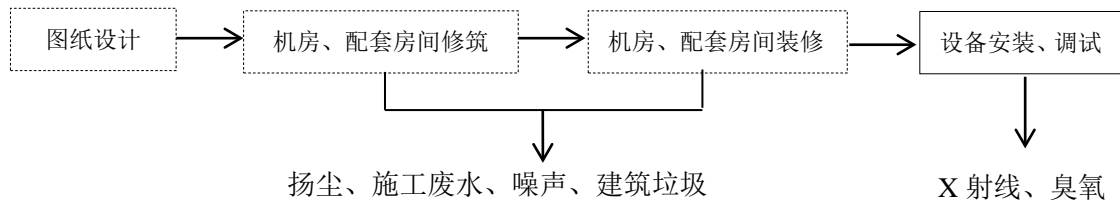


图 9-6 施工期施工工序及产污位置图  
(虚线框不属于本次评价内容)

### 二、运行期正常工况污染源分析

#### 1、电离辐射

根据本项目涉及使用的放射性核素，运行过程可产生的电离辐射包括： $\beta$ 、 $\gamma$  射线。各核素产生的射线特性见表 1-9。

本项目动物 PET/CT 开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目动物 PET/CT 最大管电压为 80kV，不开机状态不产生辐射。

#### 2、废水

本项目注射药物后的动物偶尔排泄物（尿液、粪便）产生量很少，采用托盘并铺以吸水性好的一次性医用吸收垫进行收集后，作为放射性固废处理。工作场所若出现表面沾染，将不采用大水量冲洗，采取局部擦拭的方式进行去污，去污后按放射性固废处理。由于工作人员是内穿个人辐射防护用品及全身式生物安全正压防护服（含头部，自带生命支持系统）+外穿一次性工作服/手套/鞋套进行本项目辐射工作，若工作人员在操作过程中受到污染，将外穿的一次性工作服/

手套/鞋套等按放射性固废处理。

因此，本项目不产生放射性废水，仅本项目工作人员产生少量生活污水。

### 3、固体废物

#### (1) 放射性废物

①实验操作过程采取注射的方式对动物进行给药，产生的固废废物包括：接触了放射性药物的一次性注射器、针头、手套、药棉、清洁抹布及放射性药物药瓶等放射性废物，以及注射放射性药物后的动物排泄物及下垫物（一次性医用吸收垫）等，每年产生放射性废物量最大约 20kg/a。

②本项目实验过程不涉及处死或解剖含放射性核素的动物，但可能产生在实验、扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体，产生量最大约 5kg/a。

③本项目废气排放口拟设置活性炭过滤器，建设单位需定期进行校正和更换，产生量约 10kg/a。

#### (2) 非放射性废物

①本项目产生未接触放射性药物的一次性注射器、废弃滤纸、手套等医用辅料，其产生量很少，根据建设单位提供资料，年产生量约 5kg/a。

②对饲养衰变至解控水平后的动物实施安乐死（根据实验方案不同，必要时实施，采用 CO<sub>2</sub> 吸入法）后解剖，产生的动物尸体和组织年产生量约 15kg/a。

③不涉及放射性药物的动物饲养过程（包括实验前和衰变至解控水平后饲养于同层的动物饲养区的阶段）中产生的动物排泄物及下垫物，约 6kg/a。

④本项目工作人员将产生少量生活垃圾，约 10kg/a。

### 4、废气

①本项目涉及使用的氟-18、铜-64 和镓-68，均属于液态放射性药物，且均属于非挥发性化合物，采用负压瓶进行密封储存，在带有通风装置的铅防护生物安全柜（保持负压）内进行操作，采取注射器抽取放射性药物，并最终通过静脉注射注入动物体内，在整个操作过程中不存在裸露液面，注射类药物放射性核素气溶胶挥发量较小。

②动物饲养过程中会产生 NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S 等恶臭气体。

③PET/CT 曝光时，产生的 X 射线与周围空气发生电离作用，会产生少量臭



氧。

## 5、噪声

本项目主要噪声源是通排风系统风机产生的噪声。风机工作时噪声源强最大为 60dB(A)。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

通过污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为 X 射线、 $\gamma$  射线、 $\beta$  射线和表面沾污，同时实验过程还会产生放射性废气和放射性固废。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

**一、平面布置合理性分析**

本项目位于生物安全实验楼一层，涉及房间包括：（1）缓冲室、动物 PET/CT 间和动物准备间/操作间，均位于 P3 实验室核心区域内；（2）动物 PET/CT 间配套的控制室，不在 P3 实验室核心区域内。

缓冲室、动物 PET/CT 间和动物准备间/操作间紧邻，北侧为消毒前室，东侧和南侧为其他实验用房，西侧为过道，上方为辅助层及二层的设备间，下方为夹层及负一层的污水处理间和 P2 实验室。动物准备间/操作间内，自北向南、自东向西依次布置应急架（消防防护）、铅防护生物安全柜、放射性药物保险柜、铅防护负压动物隔离器、可移动式高压锅、放射性废弃物铅桶。动物 PET/CT 间内，自北向南、自东向西依次布置推车、冰箱、动物 PET/CT 和可移动式麻醉机。

铅防护动物负压隔离器由多个独立通风的腔室组成，腔室可以容纳多个笼具，用于注射放射性药物后动物继续饲养至解控水平，铅防护动物负压隔离器可满足每日最大动物暂存需求。

由于 P3 实验室核心区域场所有限，动物 PET/CT 间配套的控制室设置在 P3 实验室核心区域外。动物 PET/CT 间通过交换机、网线，可直接连接控制室的后处理工作站和重建服务器，可远程传输数据和控制，动物 PET/CT 间和动物准备间/操作间还拟设置视频摄像头监控和语音对讲装置，与控制室连接，因此控制室的辐射工作人员可实现远程控制 PET/CT。控制室内只放置本项目 PET/CT 的控制设备，只进行射线装置控制操作，不涉及其他无关设施设备，不进行其他操作。此外，位于 P3 实验室核心区域内的辐射工作人员也可通过动物准备间/操作间与动物 PET/CT 间之间防护门上的观察窗观察。

本项目所在的 P3 实验室核心区域所有进出口设置有独立门禁，非 P3 实验室工作人员不能直接进入。P3 实验室核心区域所在的生物安全实验楼一层所有

进出口也设置独立门禁，非生物安全实验楼工作人员不能直接进入。

综上，本项目位置相对封闭且独立，各组成部分功能分区明确，满足实验工作要求，既能有机联系，又不相互干扰。建设单位将加强对本项目非密封放射性物质工作的管理，无关人员不得进入本项目区域。从辐射安全的角度考虑，本项目平面布置是合理的。

综上所述，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

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

### 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《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），并结合项目平面布置、辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

本控制区和监督区的划分见表 10-1。

表 10-1 控制区和监督区划分

控制区	监督区	备注
动物 PET/CT 间、动物准备间/操作间	缓冲室、动物 PET/CT 间的控制室	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行辐射工作时，应穿戴好防护用品，佩戴好个人剂量计，尽量减小在控制区内居留时间； 监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

### 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；

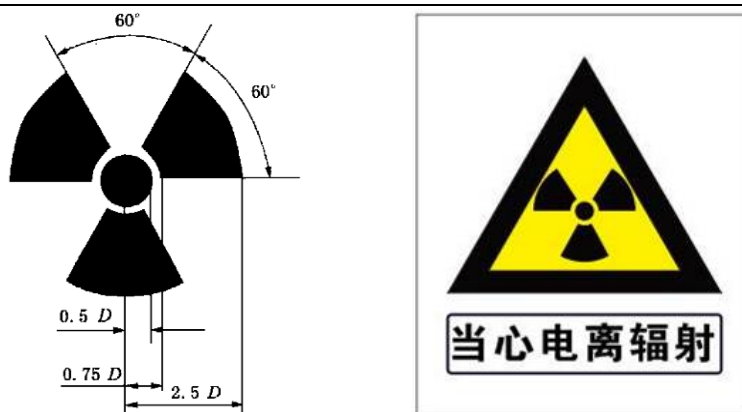


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

- 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工作服和污染监测仪等；
- 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以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

### 三、场所辐射安全与防护措施

#### （一）非密封放射性物质工作场所辐射防护措施

##### 1、防护要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），核医学的工作场所根据操作放射性核素的权重活度分为三级，见表 10-2。

表 10-2 临床核医学工作场所分级

分级	日操作最大量放射性核素的加权活度，MBq
I	>50000
II	50~50000
III	<50

注：加权活度=（计划的日最大操作活度×核素毒性权重因子）/操作性质修正因子。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 G，本项目放射性核素毒性权重因子和操作性修正因子见表 10-3 和 10-4。

表 10-3 本项目放射性核素的毒性权重因子

类别	放射性核素	权重系数
A	$^{75}\text{Se}$ 、 $^{89}\text{Sr}$ 、 $^{125}\text{I}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{90}\text{Y}$ 、 $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{153}\text{Sm}$	100
B	$^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 、 $^{51}\text{Cr}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{123}\text{I}$ 、 $^{111}\text{In}$ 、 $^{111\text{m}}\text{In}$ 、 $^{201}\text{Tl}$	1
C	$^{14}\text{C}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{81}\text{Kr}$ 、 $^{127}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$	0.01

注：表中加粗的放射性核素为本项目涉及核素。

表 10-4 不同操作性质的修正因子

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
复杂放射性药物制备	0.1

按照表 10-2~10-4，本项目各核素加权活度计算结果见表 10-5。

表 10-5 本项目核素加权活度结算结果

工作场所	核素	日最大操作量(Bq)	操作性修正因子	毒性权重因子	计算结果(Bq)	最大结果*(MBq)	防护分级
动物准备间操作间	$^{18}\text{F}$	5.55E+08	1	1	5.55E+08	577.2	II
	$^{18}\text{F}$ (备药量)	2.22E+09	100	1	2.22E+07		
动物PET/CT间	$^{18}\text{F}$	5.55E+08	10	1	5.55E+07	55.5	II

\*注：由于本项目每天只使用一种核素，故本处计算核素加权活度时，以各核素中的加权活度最大的  $^{18}\text{F}$  来进行场所防护分级。

根据表 10-5 计算结果，可以得出不同级别工作场所室内防护要求，见表 10-6。

表 10-6 按不同级别工作场所室内表面和装备的要求

工作场所	工作场所	结构屏蔽	地面	表面	分装柜	通风	管道	盥洗及去污
II	动物准备间操作间、动物 PET/CT 间	需要	与墙壁接缝无缝隙	易清洗	需要 (风速不小于 0.5m/s)	良好通风	普通管道	洗手盆 <sup>①</sup> 和去污设备

注：①洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

综上，通过计算分析，本项目动物准备间/操作间、动物 PET/CT 间均需达到 II 级场所防护要求。

根据场所各级防护要求，本项目非密封放射性物质工作场所具体设计情况见表 10-7。

表 10-7 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	结构屏蔽	地面	工作台面	分装柜	通风	管道	盥洗及去污
动物准备间 操作间、动物 PET/CT 间	详见 表 10-8	地面采用聚氨酯地面， 墙面与地面交接作圆角 处理，地面全部敷设易 去污并可以拆除更换的 材料，其边缘应高出地 面 15~25cm，且地面光 滑，并具有易去污，受 辐照后不易老化，且防 水。	动物准 备间操 作间操 作台设 置易清 洗不锈 钢台面	设置铅 防护生 物安全 柜，风速 大于 0.5m/s	已设计 独立排 风系统， 并引至 生物安 全实验 楼楼顶 排放	无放射 性废水 产生，不 设置下 水管道	拟设置 表面沾 污检测 设备和 去污设 备

## 2、场所及操作过程屏蔽措施

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

本项目非密封放射性物质工作场所的四周及屋顶均修建相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽，屏蔽状况见表 10-8。

表 10-8 本项目非密封放射性物质工作场所防护情况一览表

工作场所	四面墙体	屋顶	地板	门	窗/通风橱
动物准备间操 作间	2.5mm 铅板	120mm 混凝土 +2.5mm 铅板	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料	2.5mm 铅板	20mm/4mm 铅当量 生物安全柜
动物PET/CT 间	东、西、北 侧墙体为 2.5mm 铅板， 南侧墙体为 6.0mm 铅板	120mm 混凝土 +2.5mm 铅板	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡涂料	2.5mm 铅板	2.5mm 铅当量铅玻璃 观察窗

注：根据医院提供资料，混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅密度为 11.3g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡防护涂料密度为 3.2g/cm<sup>3</sup>。

### (2) 放射性药品储存过程的防护措施

本项目氟-18、铜-64 和镓-68 放射性药物外购时其自身带有屏蔽层，且转入本项目动物准备间/操作间前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 0.005mSv/h<H≤0.5mSv/h。

氟-18、铜-64 和镓-68 放射性药物（置于自带的储药铅罐内，具有 50mm 铅当量）经消毒后室传递窗，通过缓冲间转入动物准备间/操作间的双人双锁放射

性药物保险柜内暂存。动物准备间/操作间拟设置视频监控摄像头，防止放射性药物被盗或破坏，并建立放射性药物使用台账。

### (3) 放射性药品操作过程防护措施

氟-18、铜-64 和镓-68 放射性药物的操作均在动物准备间/操作间的铅防护生物安全柜内完成，铅防护生物安全柜为 4mm 铅当量的屏蔽体，柜内正对人员操作位处设置 20mm 铅当量的铅玻璃屏风。注射时职业人员和动物之间相隔 20mm 铅当量屏蔽体。职业人员将注射放射性药物后的动物转运至动物 PET/CT 间进行图像采集，图像采集结束后，动物在动物准备间/操作间内的铅防护负压动物隔离器内继续饲养并衰变。铅防护负压动物隔离器的背面为 10mm 铅板、顶面为 6mm 铅板、底面为 4mm 铅板、左侧面为 8mm 铅板、右侧面为 10mm 铅板、正面为 4mm 铅当量的铅玻璃，且在正面放置 1 扇 4mm 铅当量的可移动式铅屏风。

操作过程中产生的一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶等放射性固废采用 15mm 铅当量铅桶收集屏蔽。注射放射性药物后的动物在衰变过程中的排泄物及下垫物以及意外死亡的含放射性核素的动物尸体采用 15mm 铅当量铅桶收集屏蔽，然后转入冰箱内暂存。

操作过程工作人员穿着有铅衣、铅围脖、铅眼镜等，其防护铅当量均为 0.5mm。

表 10-9 操作过程防护设施

序号	名称	铅当量	数量
1	铅防护生物安全柜	4mm 铅当量，柜内正对人员操作位处设置 20mm 铅当量的铅玻璃屏风	1 个
2	铅防护负压隔离器	背面为 10mm 铅板、顶面为 6mm 铅板、底面为 4mm 铅板、左侧面为 8mm 铅板、右侧面为 10mm 铅板、正面为 4mm 铅当量的铅玻璃	1 个
3	铅屏风	4mm 铅当量	1 扇
4	放射性废物铅桶（暂存一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶等放射性固废）	15mm 铅当量	2 个
5	放射性废物铅桶（暂存含核素动物尸体、排泄物及下垫物）	15mm 铅当量	2 个
6	铅衣、铅围脖、铅眼镜	0.5mm 铅当量	3 套

### (4) 表面沾污防治措施

①本项目设置铅防护生物安全柜把放射性核素局限在某一空间内操作，根据

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），操作过程铅防护生物安全柜内风速不小于 0.5m/s，并保持铅防护生物安全柜内负压，防止放射性核素逸散到铅防护生物安全柜外部环境。

②非密封放射性物质工作场所地面采用聚氨酯地面，墙面与地面交接作圆角处理，地面全部敷设易去污并可以拆除更换的材料，其边缘应高出地面 15~25cm，且地面光滑，并具有易去污和防渗能力（渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s）。

③放射性核素的操作过程应在易去除污染的工作台上放置的不锈钢盘内进行，并铺以吸水性好的材料，以防止放射性药液洒漏造成操作台污染。保持工作台面清洁，定期对工作台面采用湿法擦拭清洁，防止放射性核素沉降经伤口或皮肤渗透转移至体内，且严禁工作人员在开放性工作场所内进食、饮水和吸烟。

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，应即时按制定的去污操作规程开展去污操作，去污擦拭纸、外穿的一次性工作服/手套/鞋套等均需按放射性废物管理。

⑤辐射工作人员在进行动物实验前应做好个人防护用品的佩戴，包括：铅衣、铅围脖等个人辐射防护用品、全身式生物安全正压防护服（含头部，自带生命支持系统）、一次性工作服/手套/鞋套、个人剂量计和个人剂量报警仪等。在完成动物实验后按指定人员通道离开，同时缓冲室设置表面沾污监测仪，并经过“更衣剂量检查（监测不合格，按放射性固废处理）→脱更衣→离开辐射工作场所”的流程，由于本项目位于 P3 实验室核心区域内，辐射工作人员在离开辐射工作场所后，还需经过“化学淋浴→退至二更脱去全身式正压防护服和个人辐射防护用品→脱去个人穿戴淋浴→退至一更穿着个人衣物→离开 P3 实验室”的流程。

⑥所有辐射工作人员上岗前应经过专业培训，并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。

## （二）III类射线装置辐射防护措施

### 1、机房屏蔽设计

本项目III类射线装置机房的四周、屋顶及地板均修建相应的屏蔽体对射线进行有效的屏蔽，屏蔽状况见表 10-10。

由表 10-10 可知，本项目III类射线装置机房的屏蔽防护铅当量厚度能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。



表 10-10 本项目III类射线装置机房屏蔽设计一览表

场所	屏蔽体名称	机房结构及厚度	铅当量厚度*	标准限值要求	评价
动物 PET/CT 间	墙体	东、西、北侧墙体为2.5mm铅板	2.5mm	根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020), CT机房(不含头颅移动CT): 2.5mm 铅当量。	满足
		南侧墙体为6.0mm铅板	6.0mm		
	地板	120mm混凝土+40mm硫酸钡涂料	4.7mm		满足
	屋顶	120mm混凝土+2.5mm铅板	4.2mm		满足
	防护门	2.5mm铅板	2.5mm		满足
	观察窗	2.5mm铅当量铅玻璃	2.5mm		满足

## 2、机房安全装置设计与布置

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、《生态环境部(国家核安全局)核素利用项目监督检查技术程序》(2020年版)、《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400号), 本项目具体布置情况见表 10-11。

表 10-11 本项目安全装置布置表

安装装置	作用及安装要求	配置数量
紧急止动开关	控制室操作台和床体旁均设置紧急止动开关, 以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下开机, 产生误照射。按钮位置应有中文标识。	1套×1间
工作状态指示灯(门-灯联锁)	机房防护门口醒目处均安装工作状态指示灯, 并与防护门联锁, 当防护门关闭时, 工作状态指示灯亮起, 当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。	1套×1间
视频监控系统及语音对讲装置	在准备出束时, 操作台工作人员可通过视频监控和语音对讲装置告知非相关人员撤离机房。	1套×1间

## 四、辐射防护安全装置/设备

### 1、辐射防护安全装置配备综合要求

为防止发生辐射事故, 根据《生态环境部(国家核安全局)核素利用项目监督检查技术程序》(2020年版)和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400号)中对III类射线装置和丙级非密封放射性物质工作场所辐射防护安全装置的要求, 本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析, 具体情况见表 10-12。

表 10-12 辐射安全装置配置要求汇总对照分析表

#### 1、丙级非密封放射性物质工作场所

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所设施	工作场所功能、设置及分区布局	已设计有	/
2		场所分区的管控措施及标识	/	拟设置
3		电离辐射警示标志	/	拟设置
4		通风柜	/	拟配置
5		防止放射性液体造成污染的措施	/	拟配置
6		放射性废水处理系统及标识	/	本项目不产生放射性废水
7		放射性物料与成品暂存场所或设施	/	拟配置
8		放射性固体废物暂存场所或设施	/	拟配置
9		安保设施	已设计有	/
10	监测设备	便携式辐射监测仪	/	拟配置
11		个人剂量计	/	拟配置
12	防护用品	个人辐射防护用品	/	拟配置
13	应急物资	去污用品和应急物资	/	拟配置

## 2、III类射线装置

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所设施	单独机房	已设计有	/
2		机房门窗防护	已设计有	/
3		候诊位设置	/	本项目为动物实验，无需设置
4		闭门装置	已设计有	/
5		防护用品和辅助防护设施	/	拟配置
6		入口处电离辐射警告标志	/	拟配置
7		入口处机器工作状态显示	/	拟配置
8	监测设备	监测仪表	/	拟配置
9		个人剂量计	/	拟配置

## 五、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的III类射线装置和丙级非密封放射性物质工作场所的辐射安全，根据《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和防护管理办法》，放射性同位素贮存场所应当采取防火、防盗、防丢失、防破坏、防泄漏的安全措施，本项目针对辐射工作场所拟采取的辐射安全保卫措施见表 10-13。

表 10-13 辐射工作场所安防措施一览表

场所类别	措施类别	对应措施
非密封放射性	防火	生物安全实验楼安装有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），本项目所在区域禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品。

物质 工作 场所		同时人员易接触的地方拟配备干粉式灭火器。
	防水	本项目距离地表水体距离较远，不受地表水体影响，同时整个生物安全实验楼地面均拟做较好的防水设计，项目区域不受地下水影响。
	防盗、 防抢和 防破坏	①整个生物安全实验楼和 P3 实验室核心区域进行封闭管理，并设有门禁系统，非相关人员不能直接进入生物安全实验楼内。 ②非密封放射性物质置于铅罐，暂存在放射性药物保险柜并设置双人双锁，非密封放射性物质的转入、转出均由专人进行台账管理。 ③整个生物安全实验楼和 P3 实验室核心区域设置严密的监控系统，实行 24h 实施监控，并将本项目作为保安人员重点巡查范围。
	防泄漏	①本项目使用的各种放射性核素药品均来自于正规生产厂家，出厂时由厂家根据建设单位所需各类药物活度和用量的不同，分别采用不同防护规格的铅罐密闭包装，铅罐表面剂量满足标准要求，且用完后的空铅罐由厂家进行回收； ②本项目非密封放射性物质工作场所拟采取有效的实体屏蔽措施，能够达到《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中的 II 级工作场所的要求； ③建设单位拟自行配备便携式辐射监测仪及 β 表面沾污仪，并进行定期或不定期场所监测，发现异常及时查明原因并进行处置。
射线 装置	防盗、 防抢和 防破坏	①本项目拟纳入建设单位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本项目拟设置红外线监控实行 24h 实时监控； ③本项目拟安排专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，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	本项目所使用的 III 类射线装置购置于正规厂家，本项目 III 类射线装置工作场所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 2.5μSv/h 标准要求。

### 三废的治理

#### 一、废气治理措施

本项目通排风系统采用独立设计，不与其他非辐射工作区域通排风系统交叉。本项目动物 PET/CT 间、动物准备间/操作间、缓冲室房间设置独立的 1 套通排风系统（送风量 3300m<sup>3</sup>/h，排风量 3800m<sup>3</sup>/h），排风机为一用一备，位于二层设备间，采用前置两级高效过滤+后置活性炭过滤器排风。

##### 1、放射性废气治理措施

放射性废气经通排风系统进入独立排风管道，经两级高效过滤器过滤后，再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。高效过滤器和活性炭过滤器效率均大于 99%。排风口位于生物安全实验楼楼顶南

侧，已尽可能远离周边高层建筑，距地高度约 30m，高于屋面约 2m 高空排放。整个场所气流流向为监督区流向控制区，防止放射性废气向周围非辐射工作区域扩散。

本项目动物准备间/操作间内设置铅防护生物安全柜，为 II 级 A2 型铅防护生物安全柜，铅防护生物安全柜设有独立的排风机（700m<sup>3</sup>/h），放射性废气经密闭负压收集至铅防护生物安全柜自带的高效过滤器（HEPA）处理后，70%的气体再循环至铅防护生物安全柜核心工作区，剩余 30%的气体通过一段独立的排风管道汇入辐射工作场所主排风管道，经两级高效过滤器过滤后再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。该铅防护生物安全柜正常运行状态下，风速大于 0.5m/s，且保持铅防护生物安全柜内局部环境为负压，防止放射性废气逸散到铅防护生物安全柜外部环境。

本项目动物准备间/操作间内设置铅防护动物负压隔离器（由多个独立通风的腔室组成，腔室可以容纳多个笼具，用于注射放射性药物后动物继续饲养至解控水平），为密闭设备，放射性废气经铅防护动物负压隔离器通风换气设备（排风量 400m<sup>3</sup>/h，自带高效过滤器）负压抽风收集处理后，通过一段独立的排风管道汇入辐射工作场所主排风管道，经两级高效过滤器过滤后再通过独立管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。

为保证本项目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，其中活性炭过滤器需根据设备要求进行过滤效率检定和更换，定期进行维护和校正；

②更换下的活性炭过滤器应按放射性固体废物进行管理和处置；

③为防止公众进入生物安全实验楼楼顶避免不必要的误照射，要求建设单位将废气排风口楼顶划为管控区域，并进行封闭管理。

## 2、恶臭治理措施

本项目在动物饲养过程中产生少量恶臭气体（NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S），经铅防护动物负压隔离器通风换气设备（排风量 400m<sup>3</sup>/h，自带高效过滤器）负压抽风收集处理后，通过一段独立的排风管道汇入辐射工作场所主排风管道，经两级高效过滤

器过滤后,再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。

### 3、射线装置机房废气治理措施

本项目射线装置产生的废气主要为臭氧,其臭氧产生量较小,且机房设置有通排风系统,经通排风系统进入独立排风管道,经两级高效过滤器过滤后,再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。

## 二、固体废弃物处理措施

### 1、放射性废物处理措施

本项目产生的放射性固体废物主要是一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶、注射放射性药物后的动物排泄物及下垫物、在实验或扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体,以及废活性炭过滤器等,约 35kg/a,涉及的放射性核素包括:氟-18、铜-64 和镓-68。

对于一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶及废活性炭过滤器等放射性固废,经双层生物安全垃圾袋打包(注射器及针头预先装入利器盒)及表面消毒处理后,收集暂存于动物准备间/操作间内的 15mm 铅当量铅桶;注射放射性药物后的动物在衰变过程中的排泄物及下垫物,以及在实验、扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体,经双层生物安全垃圾袋打包及表面消毒处理后,收集于 15mm 铅当量铅桶,暂存于冰箱内,并标明放射性废物的类型、核素种类和存放日期。

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)和《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放射性废物应按核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等进行分类收集;②放射性固废收集桶内应放置于专用塑料袋直接收纳废物,装满后的废物袋应密封,不破漏,并及时转运至放射性废物间进行衰变处置;③对注射器和破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物,应先装入利器盒中,然后再装入专用塑料袋内;④每袋废物的表面剂量不超过 0.1mSv/h,重量不超过 20kg。

#### (2) 放射性固废临时贮存和最终处理

①建立放射性废物暂存登记表,记录废物主要特性和处理过程,并存档备案;

②放射性废物暂存间应有通风设施，出入口应设电离辐射警告标志；③专用塑料袋、放射性固废收集桶应安全可靠，并在显著位置张贴电离辐射警示标识，且需标有放射性废物类型、核素种类、存放日期等说明；④含放射性的实验动物尸体或器官应装入废物袋做好防腐措施（如存放至专用冰柜内），并做好屏蔽防护；⑤废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品；⑥本项目放射性固废含核素氟-18、铜-64、镓-68，暂存衰变超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$  表面沾污小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  可进行清洁解控并作为医疗废物由有资质单位统一回收处理。

放射性废物衰变达到解控水平后，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。

## 2、非放射性废物处理措施

本项目产生的以下非放射性废物包括：①未接触放射性药物的一次性注射器、废弃滤纸、手套等医用辅料；②对饲养衰变至解控水平后的动物实施安乐死（根据实验方案不同，必要时实施）后解剖产生的动物尸体和组织；③不涉及放射性药物的动物饲养过程（包括实验前和衰变至解控水平后饲养于动物饲养区的阶段）中产生的动物排泄物及下垫物，共计约  $26\text{kg}/\text{a}$ ，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。

此外，本项目工作人员将产生少量生活垃圾，约  $10\text{kg}/\text{a}$ ，依托华西国际生物医学研究与转化中心生活垃圾收集设施收集后，交由有资质单位统一处理。

## 三、废水处理措施

本项目不产生放射性废水，仅本项目工作人员产生少量生活污水。生活污水依托华西国际生物医学研究与转化中心的污水处理站处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关标准后，再经市政污水管网排入生物城污水处理厂集中处理达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准（其中  $\text{TN}\leq 10\text{mg}/\text{L}$ ）

后排入锦江。

#### 四、噪声处理措施

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，位于二层设备间。本项目拟选用低噪设备，风机工作时噪声源强最大为 60dB(A)。通排风系统拟采用低噪声风机并设置管道消声器降噪装置，且加上建筑物墙体的隔声作用及华西国际生物学研究与转化中心场址内的的距离衰减，噪声较小。

#### 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”。报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射。

#### 六、环保措施及其投资估算

本项目总投资\*\*万元，环保投资\*\*万元，占总投资的\*\*。项目辐射防护措施及其投资估算见表 10-14。

表 10-14 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	数量	金额 (万元)	备注
辐射屏蔽措施	各屏蔽房间（包括墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	/	/	纳入主体工程范围
	铅防护生物安全柜（4mm 铅当量，柜内正对人员操作位处设置 20mm 铅当量的铅玻璃屏风）	1 个	**	/
	铅防护负压隔离器（背面为 10mm 铅板、顶面为 6mm 铅板、底面为 4 mm 铅板、左侧面为 8mm 铅板、右侧面为 10mm 铅板、正面为 4mm 铅当量的铅玻璃）	1 个	**	/
	铅屏风（4mm 铅当量）	1 扇	**	/
个人防护用品	个人剂量计	3人×1个	**	/
	辐射工作人员防护铅衣、铅围脖、铅眼镜（0.5mm 铅当量）等	3 套	**	/
	个人剂量报警仪	3人×1个	**	/
	污染表面清洗剂	/	**	/
放射性固废	放射性固废收集桶（15mm 铅当量）	4 个	**	/
	冰箱	1 个	**	/

安全装置	放射性药物保险柜	1 个	**	/
	视频监控系统及语音对讲装置	1 套	**	/
	电离辐射警告标识	若干	**	/
	紧急止动开关	1 套	**	/
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套	**	/
	P3 实验室门禁系统和生物安全实验楼门禁系统	1 套	/	纳入主体工程范围
通风系统	独立通排风系统	1 套	/	纳入主体工程范围
	高效过滤装置+活性炭过滤装置	1 套	/	纳入主体工程范围
分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/	**	/
监测设备	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台	**	/
	β 表面沾污仪	1 台	**	/
	辐射工作人员上岗培训及考核	3 人	**	/
	规章制度上墙	/	**	/
	应急和救助的物资准备	/	**	/
	合计		**	/



**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目涉及的场所均为已有预留房间，其屏蔽防护已在设计中考虑，目前正在建设。本项目仅依托已有房间开展辐射活动，不涉及其屏蔽体的改造及其他土建活动。本项目施工期主要是设备安装、调试阶段。

本项目动物 PET/CT 的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，主要污染因素为 X 射线和臭氧。建设单位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。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，防止辐射事故发生。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**

**1、β 射线辐射影响分析**

本项目涉及使用的氟-18、铜-64、镓-68 核素在衰变过程中会有 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：

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

**表 11-1 放射性核素射程计算表**

核素	β 粒子能量 (MeV)	空气中射程 (cm)	混凝土中射 程 (cm)	铅玻璃射程 (cm)	铅中射程 (cm)
<sup>18</sup> F	0.63	244.2	0.13	0.08	0.03
<sup>64</sup> Cu	0.65	251.9	0.14	0.08	0.03
<sup>68</sup> Ga	1.9	736.4	0.40	0.23	0.08

本项目产生 β 射线能量最大的放射性核素为镓-68，其 β 粒子最大能量为 1.9MeV，经计算，β 射线在空气中的最大射程为 736.4cm，本项目设置有足够的操作空间；在混凝土中的最大射程为 0.40cm，本项目顶板、底板混凝土厚度至

少有 12cm；在铅玻璃中的最大射程为 0.23cm，本项目设置有至少 0.25cm 厚的铅玻璃；在铅中的最大射程为 0.08cm，本项目辐射工作人员在操作过程中穿戴有 0.5mmPb 的防护服，且操作过程还有其他防护措施。综上所述，本项目辐射工作场所设置足够的空间和屏蔽设施进行 β 射线的屏蔽，对周围辐射环境影响是很小。

## 2、韧致辐射（X 射线）影响分析

由于 β 粒子在遇到重质材料（如：铅、铁等原子序数大于 56 的材质）屏蔽时会产生韧致辐射，因此本次评价主要考虑分装操作过程中有铅屏蔽时的韧致辐射影响，根据《放射卫生学》，韧致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式如下：

$$D=1.49 \times 10^{-6} A \cdot Z \cdot (E/r)^2 \dots\dots\dots \text{式 11-2}$$

根据《辐射防护导论》，经屏蔽体衰减后，屏蔽体外剂量当量率由下式计算：

$$E = D \cdot 0.1^{(d/TVL)} \dots\dots\dots \text{式 11-3}$$

β 粒子所致韧致辐射空气吸收剂量率及屏蔽体外辐射剂量当量率计算结果见表 11-2。

表 11-2 韧致辐射空气吸收剂量率及屏蔽体外剂量率计算表

核素		<sup>18</sup> F	<sup>68</sup> Ga	<sup>64</sup> Cu
β 粒子能量 (MeV)		0.63	1.9	0.65
韧致辐射能量 (MV)		2.10E-01	6.33E-01	2.17E-01
操作 活度	(Bq)	3.70E+07	3.70E+07	3.70E+07
	(Ci)	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03
屏蔽前空气吸收剂量率 (μGy/h)		1.94E-07	1.76E-06	2.06E-07
屏蔽层铅当量厚度 (cm)		2	2	2
铅什值层厚度* (cm)		0.29	2.52	0.29
屏蔽体外操作位剂量当 量率 (μSv/h)		2.46E-14	2.84E-07	2.62E-14

经计算，在操作位距离辐射源 0.5m 处韧致辐射剂量当量率最大为 2.84×10<sup>-7</sup>μSv/h，因此韧致辐射为周围辐射剂量率贡献值很小，本次评价可以忽略。

## 3、γ 射线辐射影响分析

根据计算，本项目控制区内、外人员可到达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率最大为 2.04μSv/h，满足 2.5μSv/h 控制剂量率要求；控制区内进

行分装操作的铅防护生物安全柜外表面 30cm 处人员操作位周围剂量当量率为 1.32 $\mu$ Sv/h，满足 2.5 $\mu$ Sv/h 控制剂量率要求，铅防护生物安全柜非正对人员操作位表面的周围剂量当量率为 3.04 $\mu$ Sv/h，满足 25 $\mu$ Sv/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，因此本项目的辐射防护屏蔽设计是合理的。

根据计算，本项目 1 名辐射工作人员负责放射性药物分装、注射、转移、辅助动物上机，其最大受照射剂量为 1.57mSv/a，满足 5mSv/a 剂量约束值要求；1 名辐射工作人员负责操作动物 PET/CT，其最大受照射剂量为 1.04 $\times 10^{-3}$ mSv/a，满足 5mSv/a 剂量约束值要求；1 名辐射工作人员负责饲养放射性动物、维护实验室，其最大受照射剂量为 5.62 $\times 10^{-1}$ mSv/a，满足 5mSv/a 剂量约束值要求；本项目周围邻近公众最大受照射剂量为 5.95 $\times 10^{-2}$ mSv/a，满足 0.1mSv/a 剂量约束值要求，同时由于随距离增加公众受照射剂量将不断减小，因此本项目 50m 评价范围内的其他公众也满足 0.1mSv/a 年有效剂量约束值要求。

实际上，动物在用药后，由于衰变和排泄，导致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、III类射线装置 X 射线辐射影响分析

本项目所使用的动物 PET/CT 型号为 inviscan IRIS，额定管电压为 80kV，额定管电流 1mA。根据计算，动物 PET/CT 间周围剂量当量率为  $1.14 \times 10^{-7} \mu\text{Sv/h} \sim 5.05 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  控制剂量率要求。本项目动物 PET/CT 间 X 射线所致职业人员的年有效剂量最大为  $4.44 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ ，满足职业人员  $5 \text{mSv/a}$  的剂量约束值要求，动物 PET/CT 间 X 射线所致周围公众的年有效剂量最大为  $1.15 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ ，满足公众  $0.1 \text{mSv/a}$  的剂量约束值要求，对周围辐射环境影响很小。

#### 5、职业人员及公众剂量叠加

根据表 11-3 可知，本项目所致职业人员的年有效剂量最大为  $1.57 \text{mSv/a}$ ，满足职业人员  $5 \text{mSv/a}$  的剂量约束值要求，本项目所致周围公众的年有效剂量最大为  $5.95 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足公众  $0.1 \text{mSv/a}$  的剂量约束值要求，对周围辐射环境影响很小。

表 11-3 本项目职业人员及公众年有效剂量一览表

保护名单	方位	位置	$\gamma$ 射线所致年有效剂量 (mSv/a)	X 射线所致年有效剂量 (mSv/a)	叠加后年有效剂量总和 (mSv/a)
职业人员	/	动物 PET/CT 间、动物准备间/操作间、缓冲室	1.57E+00	4.44E-07	1.57E+00
	东侧	动物 PET/CT 间的控制室	1.04E-03	1.18E-08	1.04E-03
周围公众	北侧	消毒前室、消毒后室、配电室等生物安全实验楼内房间	3.34E-02	1.38E-08	3.34E-02
	北侧	厂内道路、设备站（在建）	3.12E-04	5.83E-10	3.12E-04
	东侧	其他实验室、走廊、中控室等生物安全实验楼内房间	5.95E-02	1.15E-07	5.95E-02
	东侧	厂内道路和下沉庭院	1.28E-04	2.76E-10	1.28E-04
	南侧	其他实验室、走廊、淋浴更衣间等生物安全实验楼内房间	4.72E-02	1.07E-10	4.72E-02
	南侧	厂内道路、厂外空地	1.04E-04	1.14E-13	1.04E-04
	西侧	走廊、动物饲养区、解剖室等生物安全实验楼内房间	4.39E-02	1.11E-07	4.39E-02
	西侧	厂内道路、污水处理站（在建）、危废暂存间（在建）、事故应急池（在建）、门卫室（在建）、厂外空地	6.02E-04	1.17E-09	6.02E-04
	上方	辅助层*	1.96E-02	2.78E-08	1.96E-02

上方	设备间（二层）	6.96E-04	8.04E-11	6.96E-04
下方	夹层*	7.88E-03	3.09E-10	7.88E-03
下方	污水处理间和 P2 实验室(负一层)	1.10E-02	4.32E-10	1.10E-02

## 二、大气环境影响分析

本项目产生少量放射性废气、恶臭气体（NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S）和臭氧。本项目设置独立的 1 套通排风系统（送风量 3300m<sup>3</sup>/h，排风量 3800m<sup>3</sup>/h），排风机为一用一备，位于二层设备间，采用前置两级高效过滤+后置活性炭过滤器排风。

### 1、放射性废气环境影响分析

放射性废气经通排风系统进入独立排风管道，经两级高效过滤器过滤后，再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放。高效过滤器和活性炭过滤器效率均大于 99%。排风口位于生物安全实验楼楼顶南侧，已尽可能远离周边高层建筑，距地高度约 30m，高于屋面约 2m 高空排放。

本项目放射性核素均属于液态放射性药物，也均属于非挥发性化合物，本项目产生的放射性废气通过高效过滤器+活性炭过滤器过滤及独立排风系统排放，经自然稀释后对周围环境影响较小。

### 2、恶臭环境影响分析

本项目在动物饲养过程中产生少量恶臭气体（NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S），由于本项目实验动物数量很少，饲养时间短，在整个生物安全实验楼所使用动物数量占比很小。恶臭气体经铅防护动物负压隔离器通风换气设备（排风量 400m<sup>3</sup>/h，自带高效过滤器）负压抽风收集处理后，通过一段独立的排风管道汇入辐射工作场所主排风管道，经两级高效过滤器过滤后，再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放，经自然稀释后对周围环境影响较小。

### 3、臭氧环境影响分析

本项目射线装置产生的废气主要为臭氧，其臭氧产生量较小，且机房设置有通排风系统，经通排风系统进入独立排风管道，经两级高效过滤器过滤后，再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放，经自然稀释后对环境的影响较小。

## 三、水环境影响分析

本项目不产生放射性废水，仅本项目工作人员产生少量生活污水。生活污水

依托华西国际生物学研究与转化中心的污水处理站处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关标准后，再经市政污水管网排入生物城污水处理厂集中处理达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准（其中  $TN \leq 10\text{mg/L}$ ）后排入锦江，对周围环境影响较小。

#### 四、固体废物环境影响分析

##### 1、放射性固体废物

本项目放射性固废产生量为 35kg/a，核素种类包含：氟-18、铜-64 和镓-68。对于一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶及废活性炭过滤器等放射性固废，经双层生物安全垃圾袋打包（注射器及针头预先装入利器盒）及表面消毒处理后，收集暂存于动物准备间/操作间内的 15mm 铅当量铅桶；注射放射性药物后的动物在衰变过程中的排泄物及下垫物，以及在实验、扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体，经双层生物安全垃圾袋打包及表面消毒处理后，收集于 15mm 铅当量铅桶，暂存于冰箱内。以上放射性废物暂存衰变超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta$  表面沾污小于  $0.8\text{Bq/cm}^2$  可进行清洁解控并作为医疗废物处理，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理，对周围环境影响较小。

##### 2、非放射性固体废物

本项目产生的以下非放射性废物包括：①未接触放射性药物的一次性注射器、废弃滤纸、手套等医用辅料；②对饲养衰变至解控水平后的动物实施安乐死（根据实验方案不同，必要时实施）后解剖产生的动物尸体和组织；③不涉及放射性药物的动物饲养过程（包括实验前和衰变至解控水平后饲养于动物饲养区的阶段）中产生的动物排泄物及下垫物，共计约 26kg/a，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理。

此外，本项目工作人员将产生少量生活垃圾，约 10kg/a，依托华西国际生物

学研究转化中心生活垃圾收集设施收集后，交由有资质单位统一处理。

综上，本项目产生的固体废物得到妥善处置，对周围环境影响较小。

## 五、声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，位于二层设备间。本项目拟选用低噪设备，风机工作时噪声源强最大为 60dB(A)。通排风系统拟采用低噪声风机并设置管道消声器降噪装置，且加上建筑物墙体的隔声作用及华西国际生物学研究转化中心场址内的的距离衰减，噪声较小，对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 一、事故等级判断依据

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号），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（I 级）、重大辐射事故（II 级）、较大辐射事故（III 级）和一般辐射事故（IV 级）等四级，详见表 11-4。

表 11-4 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 级）	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，或者放射性同位素失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故（II 级）	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素失控导致 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 级）	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素导致 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 级）	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素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 11-5。

表 11-5 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy

	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

## 二、辐射事故影响分析

### (一) 非密封放射性物质辐射事故影响分析

#### 1、事故类型

根据污染源分析本项目可能存在的最大潜在辐射事故包括：

- ①放射性药物试剂发生丢失或被盜；
- ②试剂操作时打翻、洒漏造成操作台、地面、仪器设备表面污染；
- ③发生火灾造成的放射试剂瓶撒漏。

#### 2、最大潜在事故后果计算

##### (1) 事故情景假设

①放射性核素分装过程中导致放射性药物试剂瓶或铅罐打翻或破碎，或放射性药物分装过程中造成放射性药物泄漏，放射性药物试剂发生丢失或被盜，本项目以日操作量最大的核素氟-18（日最大操作量为  $2.78 \times 10^9 \text{Bq}$ ）进行计算，事故持续过程中按点源；

②保守假设事故持续时间内，丢失的药物被同一人随身携带，距离按 30cm 考虑；

③受照人员不考虑任何屏蔽措施，不考虑放射性核素随着时间的衰变。

##### (2) 剂量估算

根据计算，在事故持续时间内的受照剂量。计算结果见表 11-6。

表 11-6 事故情况下不同时间内个人受照剂量表

核素	辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	各事故持续时间段 $\gamma$ 射线所致最大辐射有效剂量 (mSv)					
		6min	10min	30min	60min	90min	120min



<sup>18</sup> F	9938.5	1.0	1.7	5.0	9.9	14.9	19.9
-----------------	--------	-----	-----	-----	-----	------	------

在上述事故情景假设条件下，事故持续时间超过 6min 后，所受最大剂量超过公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv）。事故持续周期内可造成人员超剂量照射而导致一般辐射事故。由于计算过程未考虑放射性核素衰变，计算结果偏保守。

## （二）射线装置辐射事故影响分析

### （1）事故类型

根据污染源分析，射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目可能发生的辐射事故如下：

①辐射工作人员还未全部撤出机房，外面人员启动射线装置，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

②安全联锁装置发生故障，射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

③射线装置检修、维护过程，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

### （2）最大潜在事故后果计算

根据设备厂商提供的动物 PET/CT 辐射环境测试报告，开机曝光最大工况下，inviscan IRIS 型动物 PET/CT 表面最大的辐射剂量率为 0.52μSv/h，假设人员误入，由于机房内人员易接触的位置设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，受照时间保守取 30s，受到的有效剂量约为 0.004μSv/次，若误入人员在机房内误照射时间较长，可能会超过（GB18871-2002）中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv），属于一般辐射事故。

综上所述，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

## 三、辐射事故预防措施

为了防止辐射事故发生，采取如下的预防措施：

1) 辐射工作场所进行严格的分区管理，设置控制区和监督区，控制区禁止无关人员进入，设置门禁系统，悬挂电离辐射警示标识，设置视频监控及语音对讲装置。

2) 进入控制区工作人员佩戴个人剂量报警仪，并穿戴铅衣、铅围脖、铅眼

镜等必要的个人防护用品。

3) 建立放射性药物的安全管理制度，加强放射性药物安全管理，落实放射性物质安保措施，以防止放射性药物丢失。

4) 对工作人员进行岗前培训，工作人员须熟练掌握放射性药物操作技能和熟悉辐射防护基本知识，能正确处置意外情况。

5) 辐射工作场所配备防护面罩、吸水滤纸等应急物资和灭火器材。

6) 制定专项应急预案，并定期进行演练，并进行演练总结，不断修订和完善应急预案内容。

7) 放射性药物储存场所设置视频监控摄像头，放射性药物保险柜设置双人双锁，以防止药物丢失或被盜，建立放射性药物领用登记台账。

综上所述，本项目采取以上事故防范措施后，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员和公众的健康与安全。

#### **四、辐射事故应急措施**

发生辐射事故时，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 $\beta$ 表面污染大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到标准，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。

2、因不慎造成放射性核素大面积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，最终去污标准需达到 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

3、若发生放射性同位素丢失、被盜，应第一时间将事故情况按照辐射事故应急处理程序逐级上报有关（生态环境、公安、卫生等）主管部门；分析确定丢失、被盜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、被盜放射性同位素，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。

5、如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即启动“紧急制动开关”关闭电源，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《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》等法律法规要求，使用III类射线装置及非密封放射性物质工作场所的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院于 2021 年 2 月调整了放射防护管理委员会（川医院[2021]9 号），全面负责全院辐射安全与环境保护监督管理工作。委员会下设办公室在医务部医务科，日常工作由医务部负责，并明确了各职能部门主要职责，有领导主管、安全机构健全。管理委员会人员设置如下：

**表 12-1 放射防护管理委员会人员设置表**

职务	人员
主任委员	曾*
副主任委员	李大江、余*、李志平
委员	吴**、杨*、杜*、梁**、刘*、宋*、李**、田*、周*、徐**、王*、周**、陈*、赵**、罗**、陈**、卢*、毕*、柏*、曹*、金**、李*、焦*
秘书	高**、胡*

放射防护管理委员会的职责是：①组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度；②定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；③组织院内放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；④负责医院所有放射建设项目的职业病危害放射防护评价、环境影响评价以及竣工验收；⑤办理放射诊疗许可证、辐射安全许可证，放射工作人员证等相关证件；⑥制定放射事件应急预案并定期组织演练；⑦记录医院发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

**辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）的相关管理要求，射线装置及非密封放射性物场所的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。并根据《生态环境部（国家核安全局）核

技术利用项目监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发[2016]1400号）的相关要求，将建设单位需要制定的列于表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	检查项目		落实情况
1	A 综合	辐射安全和防护管理大纲	已制定，需把本项目纳入管理
2	B 放射性物质	非密封放射性物质的管理规定	已制定，需把本项目纳入管理
4	C 场所管理	场所分区管理规定	需制定
5		操作规程	需制定
6		安保管理规定	需制定
7		去污操作规程	已制定，需把本项目纳入管理
8		辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定，需把本项目纳入管理
9		D 监测	监测方案
10	监测仪表使用与校验管理制度		已制定，需把本项目纳入管理
11	E 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定，需把本项目纳入管理
12		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，需把本项目纳入管理
13	F 应急	辐射事故/事件应急预案	已制定，需把本项目纳入管理
14	G 三废	放射性“三废”管理规定	已制定，需把本项目纳入管理

建设单位需在放射防护管理委员会组织下及时完善和制定上述各项规章制度，指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况，定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。建设单位需定期对辐射工作人员进行培训，强化工作人员的辐射安全意识。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

### 1、档案分类

辐射安全档案资料包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“非密封放射性物质和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

### 2、需上墙的规章制度

(1) 《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《动物 PET/CT 操作规程》和《辐射事故应急响应程序》等制度应悬挂于辐射工作场所。

(2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，

尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

### 3、人员培训

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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）：自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，应通过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>）进行相关知识学习，通过生态环境部培训平台报名并参加考核，取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射活动。

建设单位应在重新申领辐射安全许可证前尽快组织本项目新增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学习相关知识并报名参加考核。

### 辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》中“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，设置了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）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）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：

#### 1、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号）做好个人剂量管理的工作。加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，并建立个人剂量档案终生保存。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019，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，于比较均匀的辐射场，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。

当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干

预，并进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；当单年个人剂量超过 50mSv 时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

## 2、辐射工作场所监测

(1) 监测内容：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 辐射剂量率应自行配备监测设备每 1 个月监测 1 次，β 表面沾污应自行配备监测仪器每次工作结束后进行监测，若出现放射性药物洒落应及时进行监测。另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目正式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屏蔽墙、防护门、观察窗外以及上方、下方区域和穿线孔洞外 X-γ 辐射剂量率，同时对于非密封放射性物质工作场所还需要监测控制区、监督区人员易接触的工作台、地面、墙面、桌椅表面沾污，以及一次性工作服/手套/鞋套等表面沾污。

(5) 监测设备：便携式 X-γ 辐射监测仪、β 表面沾污仪。

(6) 质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与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	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主 监测	β表面沾污	控制区、监督区人员易接触的工作台、地面、墙面、桌椅表面沾污，以及一次性工作服/手套/鞋套等表面沾污	每次工作结束后进行监测，若出现放射性药物洒落应及时进行监测	β表面沾污仪
	X-γ辐射剂量率	PET/CT关机状态下，控制区、监督区所有房间		便携式X-γ辐射监测仪
	X-γ辐射剂量率	PET/CT出束状态下，屏蔽墙、防护门、观察窗外以及上方、下方区域和穿线孔洞外	每1个月监测1次	便携式X-γ辐射监测仪

委托监测	β表面沾污	控制区、监督区人员易接触的工作台、地面、墙面、桌椅表面沾污，以及一次性工作服/手套/鞋套等表面沾污	(1) 竣工环保验收监测；(2) 编制辐射防护年度评估报告（每年）	β表面沾污仪
	X-γ辐射剂量率	屏蔽墙、防护门、观察窗外以及上方、下方区域和穿线孔洞外		便携式X-γ辐射监测仪
	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

目前建设单位已成立由辐射事故应急领导小组负责的应急组织机构，全面承担辐射事故应急预案修订、演练和应急响应等具体工作，并明确了成员职责。同时，建设单位目前已制定《辐射事故应急预案》，内容涵盖各种辐射事故的应急响应程序，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。建设单位应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系。

在后期运营过程中，建设单位应定期开展应急演练，并根据实际情况及最新管理要求进行应急预案的修订和完善，使其更能结合实际开展工作。根据《四川省生态环境厅辐射事故应急预案（2020版）》的规定，一旦发生辐射事故，建设单位应立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要响应应急措施，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逐级上报地方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，还应同时向当地卫生行政部门报告，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。



**表 13 结论与建议**

**结论**

**1、项目概况**

项目名称：四川大学华西医院新增丙级非密封放射性物质工作场所核技术利用项目

建设单位：四川大学华西医院

建设性质：新建

建设地点：四川省成都天府国际生物城（凤凰路和岐黄一路叉口）——华西国际生物医学研究与转化中心内

建设内容：在华西国际生物医学研究与转化中心生物安全实验楼一楼新增一个丙级非密封放射性物质工作场所，涉及使用的非密封放射性物质为氟-18、铜-64、镓-68，配置使用 1 台动物 PET/CT（属于Ⅲ类射线装置）。

本项目总投资 1820 万元，环保投资 82.2 万元，占总投资的 4.52%。

**2、本项目产业政策符合性分析**

本项目系核技术用于医学领域，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

**3、本项目选址及平面布局合理性分析**

本项目所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；本项目周围没有项目建设的制约因素，且该辐射工作场所相对独立，为专门的辐射工作场所，本项目产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局。综上所述，项目总平面布置是合理的。

**4、工程所在地区环境质量现状**

项目拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 97nGy/h~115nGy/h，与中华人民

共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

项目拟建地及周围  $\beta$  表面污染活度为  $0.38\text{Bq}/\text{cm}^2\sim 0.48\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，无明显异常。

## 5、环境影响评价结论

### （1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价  $5\text{mSv}$  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本次评价  $0.1\text{mSv}$  的公众人员年剂量约束值。

### （2）大气环境影响分析

本项目产生少量放射性废气、恶臭气体（ $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ ）和臭氧。本项目设置独立的 1 套通排风系统。废气经通排风系统进入独立排风管道，经两级高效过滤器过滤后，再通过独立排风管道引至生物安全实验楼楼顶排风口经活性炭过滤器过滤后排放，经自然稀释后对周围环境影响较小。

### （3）水环境影响分析

本项目不产生放射性废水，仅本项目工作人员产生少量生活污水。生活污水依托华西国际生物学研究与转化中心的污水处理站处理，对周围环境影响较小。

### （4）固体废物环境影响分析

一次性注射器、针头、手套、药棉、药瓶及废活性炭过滤器等放射性固废，经双层生物安全垃圾袋打包（注射器及针头预先装入利器盒）及表面消毒处理后，收集暂存于动物准备间/操作间内的  $15\text{mm}$  铅当量铅桶；注射放射性药物后的动物在衰变过程中的排泄物及下垫物，以及在实验、扫描后衰变过程中意外死亡的含放射性核素的动物尸体，经双层生物安全垃圾袋打包及表面消毒处理后，收集于  $15\text{mm}$  铅当量铅桶，暂存于冰箱内。以上放射性废物暂存衰变超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\alpha$  表面污染小于  $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta$  表面沾污小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  可进行清洁解控并作为医疗废物处理，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理，对周围环境影响较小。

本项目产生的以下非放射性废物包括：①未接触放射性药物的一次性注射器、废弃滤纸、手套等医用辅料；②对饲养衰变至解控水平后的动物实施安乐死（根据实验方案不同，必要时实施）后解剖产生的动物尸体和组织；③不涉及放射性药物的动物饲养过程（包括实验前和衰变至解控水平后饲养于动物饲养区的阶段）中产生的动物排泄物及下垫物，经动物准备间/操作间内的生物安全型高压灭菌锅灭菌消毒或表面消毒，再转运至消毒后室双扉高压蒸汽灭菌器高温高压灭菌后，存放于生物安全实验楼一层的污物暂存间内，由有资质单位统一回收处理，对周围环境影响较小。

工作人员产生的少量生活垃圾依托华西国际生物学研究与转化中心生活垃圾收集设施收集后，交由有资质单位统一处理，对周围环境影响较小。

#### **(5) 声环境影响分析**

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，均选用低噪设备并设置管道消声器降噪装置，再加上建筑物墙体的隔声作用及场址内的距离衰减，项目噪声对区域声环境影响较小。

### **6、事故风险与防范**

建设单位需按相关规定或标准提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，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**

建设单位需配备较全、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，考试（核）合格，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度和环保设施和措施要求下可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位已具备辐射安全管理的综合能力。

### **9、项目环保可行性结论**

建设单位在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，本项目在四川省成都天府国际生物城（凤凰路和岐黄一路叉口）

——华西国际生物科学研究与转化中心内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

### 建议

(1) 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。

(2) 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。

### 承诺

(1) 建设单位在重新申领辐射安全许可证前，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及非密封放射性物质的相关信息进行填写。

(2) 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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），建设单位所有辐射工作人员需通过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>）进行相关知识学习，通过生态环境部培训平台报名并参加考核，取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射活动。

(3) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

### 项目竣工验收检查内容

根据《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 682 号令），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 竣工环境保护验收一览表

项目	设施（措施）	数量
辐射屏蔽措施	各屏蔽房间（包括墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	/
	铅防护生物安全柜（4mm 铅当量，柜内正对人员操作位处设置 20mm 铅当量的铅玻璃屏风）	1 个

	铅防护负压隔离器（背面为 10mm 铅板、顶面为 6mm 铅板、底面为 4 mm 铅板、左侧面为 8mm 铅板、右侧面为 10mm 铅板、正面为 4mm 铅当量的铅玻璃）	1 个
	铅屏风（4mm 铅当量）	1 扇
个人防护用品	个人剂量计	3人×1个
	辐射工作人员防护铅衣、铅围脖、铅眼镜（0.5mm 铅当量）等	3 套
	个人剂量报警仪	3人×1个
	污染表面清洗剂	/
放射性固废	放射性固废收集桶（15mm 铅当量）	4 个
	冰箱	1 个
安全装置	放射性药物保险柜	1 个
	视频监控系统及语音对讲装置	1 套
	电离辐射警告标识	若干
	紧急止动开关	1 套
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套
	P3 实验室门禁系统和生物安全实验楼门禁系统	1 套
通风系统	独立通排风系统	1 套
	高效过滤装置+活性炭过滤装置	1 套
分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/
监测设备	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台
	β 表面沾污仪	1 台
人员培训	辐射工作人员上岗培训及考核	3 人
台账管理	放射性药物管理台账、射线装置台账、个人剂量档案、放射性“三废”管理台账	/
规章制度	辐射安全和防护管理规定、放射性药物管理规定、辐射工作场所安全保卫制度、场所分区管理规定、非密封放射性物质操作规程、去污操作规程、射线装置操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故/事件应急预案、放射性“三废”管理规定	建设单位制定的所有规章制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需在各辐射工作场所内张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm
应急管理	应急和救助的物资准备（应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练等）	/

审批

下一级环保部门预审意见：

经办人签字

年 月 日

单位盖章

年 月 日

审批意见：

签发人签字

年 月 日

单位盖章

年 月 日