

核技术利用建设项目

重药控股（四川）有限公司新建放射性
核素暂存工作场所建设项目
环境影响报告表

（公示本）



核技术利用建设项目

重药控股（四川）有限公司新建放射性 核素暂存工作场所建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：重药控股（四川）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省成都市高新区九兴大道14号5栋1单元9楼

邮政编码：610041

联系人：和艳

电子邮箱：529423612@qq.com

联系电话：13881965514

目 录

表 1：项目基本情况.....1

表 2：放射源.....16

表 3：非密封放射性物质.....16

表 4：射线装置.....18

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）.....19

表 6：评价依据.....20

表 7：保护目标与评价标准.....23

表 8：环境质量和辐射现状.....28

表 9：项目工程分析与源项.....32

表 10：辐射安全与防护.....42

表 11：环境影响分析.....55

表 12：辐射安全管理.....70

表 13：结论与建议.....76

表 14：审批.....80

表 1：项目基本情况

建设项目名称		重药控股（四川）有限公司 新建放射性核素暂存工作场所建设项目			
建设单位		重药控股（四川）有限公司			
法人代表		**	联系人	***	联系电话 ***
注册地址		四川省成都市高新区九兴大道 14 号 5 栋 1 单元 9 楼 901 号、902 号、903 号			
项目建设地点		成都市武侯区武兴四路5号2栋1层2号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	25.6	投资比例（环保投资/总投资） 25.6%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²) 85.5
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☒ 销售	销售非密封放射性物质		
		☒ 使用	☒ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 使用	☐ II类 ☐ III类		
	其他	/			
	项目概述 一、概况 1、项目由来 重药控股（四川）有限公司（统一社会信用代码 915101007801084253）于 2005 年 9 月成立，注册资金 10900 万元。 根据重药控股（四川）有限公司的发展需要，公司拟代理销售放射性药物，放射性药物包括铍-7、碳-14（气态）、碳-14（固态）、氟-18、铁-59、镓-67、				

镓-68、硒-72、铅-89、锶-89、钇-90、锆-90、镉-95、镉-96、镉-99、银-110、锡-113、碘-123、碘-125（粒籽源）、碘-131、镭-171、钨-188、镭-223 等共计 23 种，重药控股（四川）有限公司拟租用成都前沿医疗投资有限公司（成都市武侯区武兴四路 5 号）2 栋 1 层 2 号厂房新建放射性核素暂存工作场所，对需要中转的放射性药品货包进行暂存，暂存期间不进行拆包、分装等操作。放射性核素暂存工作场所日等效最大操作量为 $3.79 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

放射性药物货包一般直接由放射性药物生产厂家直接发货到医疗机构。但有少部分放药货包，需要根据不同使用方的运送到达时间、地点要求调整发货时间以及运输车辆的情况时，由外包的运输公司（有运输放射性药品资质的单位进行）司机提取货物并运输到本项目暂存库，根据医疗机构用药指定时间的需求，再由外包司机运输给医院，与医疗机构进行交接，完成运输。

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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第 18 号）和《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）规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号）规定，本项目属于名录中“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—乙级非密封放射性物质工作场所”，应编制环境影响报告表。为此，重药控股（四川）有限公司委托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）开展环境影响评价工作。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《重药控股（四川）有限公司新建放射性核素暂存工作场所建设项目环境影响报告表》。

2、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，加大环境影响评价公众参与公开力度，本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在官网平台对该项目进行了全文公示，公示网

站截图如下：

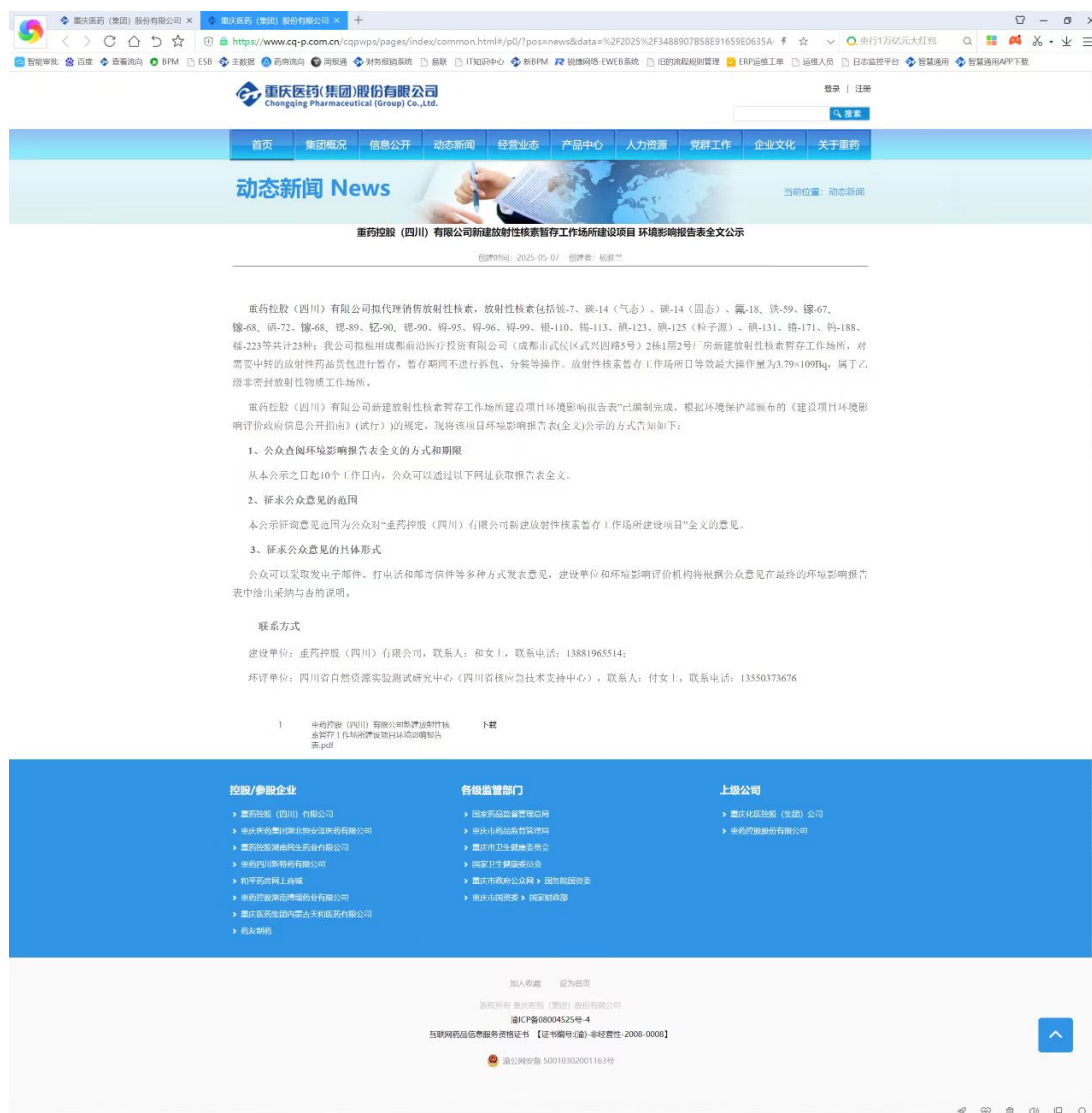


图 1-1 本项目全文公示截图

公示后，未收到任何单位和个人有关项目情况的反馈意见。

二、项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：重药控股（四川）有限公司新建放射性核素暂存工作场所项目

建设单位：重药控股（四川）有限公司

建设性质：新建

建设地点：成都市武侯区武兴四路5号2栋1层2号

2、建设内容及规模

重药控股（四川）有限公司拟代理销售铍-7、碳-14（气态）、碳-14（固态）、

氟-18、铁-59、镓-67、镓-68、硒-72、锆-89、锶-89、钇-90、锿-90、铈-95、铈-96、铈-99、银-110、锡-113、碘-123、碘-125（粒子源）、碘-131、镭-171、钨-188、镭-223等23种核素放射性药物，活动种类为使用、销售。

重药控股（四川）有限公司拟租用成都前沿医疗投资有限公司（成都市武侯区武兴四路5号）2栋1层2号厂房新建放射性核素暂存工作场所临时暂存上述23种放射性药物，该厂房为已建标准厂房，地面一层、无地下层，层高8.0m，目前厂房为空置状态。

放射性核素暂存工作场所布置于厂房南侧位置，放射性核素暂存工作场所楼上为风机房，人员不可达（仅检修人员检修时进入）。

新建放射性核素暂存工作场所占地面积85.5m²，放射性核素暂存工作场所包括：放射性药物暂存库（以下简称“暂存库”），占地面积51.9m²，净空尺寸：8.66m×5.20m×3.4m（长×宽×高）、缓冲间（面积为6.37m²）、货厅、强弱电间。放射性核素暂存工作场所日等效最大操作量为3.79×10⁹Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。在暂存库内暂存（中转）I级（白）、II级（黄）、III级（黄）放射性药物货包，单日最多暂存12个货包（其中放射性药物暂存库内单日暂存（中转）货包I级（白）最多7个、II级（黄）最多4个、III级（黄）最多1个），其余货包均由放射性药物厂家直接发货到医疗机构。

放射性药物暂存库为封闭无窗的场所，四周墙体均采用240mm厚实心砖墙，顶板为200mm厚混凝土，顶部上方为风机房，人员不可达（仅检修人员检修时进入），地面为水泥硬化地面，并在地面上铺设易去污、可拆除更换的材料，无地下层，无需采取屏蔽措施，层高3.4m。暂存库进出门为8mmPb铅防护门。暂存库内中间位置设置二层货架，货架长×宽×高为：3.0m×1.2m×0.8m，一层货架放置II级（黄）、III级（黄）货包、二层货架放置I级（白）。

本项目放射性药物运输过程委托有资质的单位配置车辆及人员，本次不再对运输过程进行评价。本项目只涉及放射性药物的销售及货包的暂存，不涉及拆包、分装等操作，暂存库年存放放射性药物最多100天。

项目组成及主要环境问题见表1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称 场所	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	重药控股（四川）有限公司拟代理销售铍-7、碳-14（气态）、碳-14（固态）、氟-18、铁-59、镓-67、镓-68、硒-72、锆-89、锶-89、钇-90、锑-90、锝-95、锝-96、锝-99、银-110、锡-113、碘-123、碘-125（粒子源）、碘-131、镭-171、钨-188、镭-223等23种核素放射性药物。 重药控股（四川）有限公司拟租用成都前沿医疗投资有限公司（成都市武侯区武兴四路5号）2栋1层2号厂房新建放射性核素暂存工作场所临时暂存上述23种放射性药物，该厂房为已建标准厂房，地面一层、无地下层，层高8.0m。 放射性核素暂存工作场所布置于场所南侧位置，放射性核素暂存工作场所楼上为风机房，人员不可达（仅检修人员检修时进入）。 新建放射性核素暂存工作场所占地面积85.5m²，放射性核素暂存工作场所包括：放射性药物暂存库（以下简称“暂存库”），占地面积51.9m²，净空尺寸：8.66m×5.20m×3.4m（长×宽×高）、缓冲间（面积为6.37m²）、货厅、强弱电间。放射性核素暂存工作场所日等效最大操作量为3.79×10⁹Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。在暂存库内暂存（中转）I级（白）、II级（黄）、III级（黄）放射性药物货包，单日最多暂存12个货包，其余货包均由放射性药物厂家直接发货到医疗机构。 放射性药物暂存库为封闭无窗的场所，四周墙体采用240mm厚实心砖墙，顶板均为200mm厚混凝土，顶部上方为风机房，人员不可达（仅检修人员检修时进入），地面为水泥硬化地面，并在地面上铺设易去污、可拆除更换的材料，无地下层，无需采取屏蔽措施，层高3.4m。暂存库进出门为8mmPb铅防护门。暂存库内中间位置设置二层货架，货架长×宽×高为：3.0m×1.2m×0.8m，一层货架放置II级（黄）、III级（黄）货包、二层货架放置I级（白）。	噪声、扬尘、废水、废气、固体废物	噪声、固废、γ射线、α、β射线、放射性固废、α/β表面污染
公用工程	租用厂区内既有水网、电网、配电系统	/	/

办公及生活设施	项目不设办公场所，有放射性货包暂存时，值守人员位于东北侧 25m 处消防值班室进行 24h 值守。			生活垃圾、生活污水
环保设施	废气	项目不产生放射性废气，暂存库内拟设置一套通风系统对场所进行通风换气	/	噪声、废气、废水、固废
	废水	生活污水经租用厂区既有生活设施处理后排至城市污水管网。		
	固废	放射性固废处理设施：本项目擦拭去污的吸水纸和卫生棉等放射性固体废物采用放射性固体废物铅桶暂存，经过衰变、监测达到清洁解控水平后作为一般固体废物进行处理，不符合排放标准的委托有资质的单位处理。 生活垃圾依托厂区固废收集设施统一收集处置。		
	噪声	通风系统选用低噪声设备		

3、原辅料及工艺设备

本项目主要进行放射性药物的暂存，不涉及工艺设备，不涉及原辅材料的使用，不涉及放射性药物分装和货包的拆包。主要为水、电等能源的使用，见表 1-2。

表 1-2 主要能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要成分
能源	电	100kW·h	——	/
	生活用水	12m ³ /a	——	H ₂ O

代理销售放射性药物情况见表 1-3。放射性核素特性见表 1-4。

表 1-3 拟代理销售放射性药物一览表

序号	核素名称	单个货包最大活度 (Bq)	每天最大暂存包数量 (个)	日最大储存量 (Bq)	年最大储存量 (Bq)	货包分级
1	⁷ Be	1.48E+08	12	4.08E+12	4.08E+14	I 级 (白)
2	¹⁴ C (气态)	1.47E+10				I 级 (白)
3	¹⁴ C (固态)	1.47E+09				I 级 (白)
4	¹⁸ F	2.96E+11				I 级 (白)
5	⁵⁹ Fe	1.48E+08				II 级 (黄)
6	⁶⁷ Ga	1.48E+08				I 级 (白)
7	⁶⁸ Ga	2.96E+10				I 级 (白)
8	⁷² Se	1.48E+08				I 级 (白)
9	⁸⁹ Zr	1.63E+10				I 级 (白)

10	⁸⁹ Sr	5.03E+10				I 级（白）
11	⁹⁰ Y	3.16E+11				III 级（黄）
12	⁹⁰ Sr	2.0E+07				I 级（白）
13	^{95m} Tc	1.48E+08				I 级（白）
14	⁹⁶ Tc	1.48E+08				I 级（白）
15	^{99m} Tc	3.40E+11				II 级（黄）
16	^{110m} Ag	1.48E+09				I 级（白）
17	¹¹³ Sn	1.48E+09				I 级（白）
18	¹²³ I	4.44E+10				II 级（黄）
19	¹²⁵ I（粒子源）	3.26E+11				II 级（黄）
20	¹³¹ I	2.96E+11				I 级（白）
21	¹⁷⁷ Lu	2.96E+10				I 级（白）
22	¹⁸⁸ W	1.48E+11				I 级（白）
23	²²³ Ra	1.48E+09				I 级（白）

表 1-4 本项目涉及核素特性

序号	使用核素	毒性分组	状态	半衰期	衰变方式	最大β粒子能量 (MeV)	主要γ射线能量 (MeV)	照射率常数 (R·m ² /h·Ci)
1	⁷ Be	低毒	气态	53.3d	EC	/	0.477	0.03
2	¹⁴ C	中毒	气态/固态	5730a	β ⁻	0.156	/	/
3	¹⁸ F	低毒	液态	112min	β ⁺ 、EC	0.64	0.511	0.57
4	⁵⁹ Fe	中毒	液态	44.5d	β ⁻	0.465	1.291	0.64
5	⁶⁷ Ga	中毒	液态	3.26d	EC	/	0.3	0.11
6	⁶⁸ Ga	低毒	液态	68.3min	β ⁺ 、EC	1.90	0.511	0.56
7	⁷² Se	低毒	固态	8.4d	EC	/	0.046	/
8	⁸⁹ Zr	中毒	液态	78.4h	EC、β ⁺	0.902	0.511	0.58
9	⁸⁹ Sr	中毒	液态	50.4d	β ⁻	1.46	/	/
10	⁹⁰ Y	中毒	液态	64.1h	β ⁻	2.280	/	/
11	⁹⁰ Sr	高毒	固态	29.1a	β ⁻	0.546	/	/
12	^{95m} Tc	中毒	液态	61d	EC、β ⁺ 、IT	0.184	0.204	0.72
13	⁹⁶ Tc	中毒	液态	52min	EC、β ⁺ 、IT	0.032	0.0344	1.81
14	^{99m} Tc	低毒	液态	6.02h	IT	/	0.141	0.17
15	^{110m} Ag	中毒	固态	250d	β ⁻	0.084	1.505	1.43
16	¹¹³ Sn	中毒	固态	115d	EC	/	0.391	0.17
17	¹²³ I	低毒	液态	13.2h	EC	/	0.159	0.085
18	¹²⁵ I	中毒	固态	60.1d	EC	/	0.035	0.275

19	¹³¹ I	中毒	液态	8.04d	β ⁻	0.806	0.364	0.22
20	¹⁷⁷ Lu	中毒	液态	6.71d	β ⁻	0.497	0.208	0.016
21	¹⁸⁸ W	中毒	固态	69.4d	β ⁻	0.349	0.29	0.001
22	²²³ Ra	极毒	液态	11.435d	α	/	0.27	0.325

*注：以上数据信息来源于《γ射线屏蔽参数手册》（中国科学院工程力学研究所编，原子出版社）、《放射性同位素手册》（马崇智，科学出版社）、《实用辐射安全手册》（第二版，原子能出版社）。

4、工作场所分级判定

（1）分级依据

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 1-5。

表 1-5 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量 (Bq)
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

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，根据下式可以计算日等效最大操作量。

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

表 1-6 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 1-7 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

（2）场所等级

根据放射性同位素的毒性组别、操作方式和日等效操作量，确定场所级别，具体计算结果见表 1-8。

表 1-8 放射性核素工作场所工作场所分级表

序号	核素名称	单个货包最大活度 (Bq)	日最大暂存量 (Bq)	毒性组别	毒性组别修正因子	操作方式	状态	操作方式修正因子	单个货包日等效最大操作量 (Bq)	场所日等效最大操作量及场所等级* (以单个货包日等效最大操作量 12 倍计)
1	⁷ Be	1.48E+08	4.08E+12	低毒	0.01	源的贮存	气态	1	1.48E+06	3.79E+09
2	¹⁴ C	1.47E+10		中毒	0.1	源的贮存	固态	1000	1.47E+06	
3	¹⁴ C	1.47E+09		中毒	0.1	源的贮存	气态	1	1.47E+08	
4	¹⁸ F	2.96E+11		低毒	0.01	源的贮存	液态	100	2.96E+07	
5	⁵⁹ Fe	1.48E+08		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	1.48E+05	
6	⁶⁷ Ga	1.48E+08		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	1.48E+05	
7	⁶⁸ Ga	2.96E+10		低毒	0.01	源的贮存	液态	100	2.96E+06	
8	⁷² Se	1.48E+08		低毒	0.01	源的贮存	固态	1000	1.48E+03	
9	⁸⁹ Zr	1.63E+10		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	1.63E+07	
10	⁸⁹ Sr	5.03E+10		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	5.03E+07	
11	⁹⁰ Y	3.16E+11		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	3.16E+08	
12	⁹⁰ Sr	2.0E+07		高毒	1	源的贮存	固态	1000	2.00E+04	
13	^{95m} Tc	1.48E+08		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	1.48E+05	
14	⁹⁶ Tc	1.48E+08		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	1.48E+05	
15	^{99m} Tc	3.40E+11		低毒	0.01	源的贮存	液态	100	3.40E+07	

16	^{110m} Ag	1.48E+09		中毒	0.1	源的贮存	固态	1000	1.48E+05	
17	¹¹³ Sn	1.48E+09		中毒	0.1	源的贮存	固态	1000	1.48E+05	
18	¹²³ I	4.44E+10		低毒	0.01	源的贮存	液态	100	4.44E+06	
19	¹²⁵ I（粒子源）	3.26E+11		中毒	0.1	源的贮存	固态	1000	3.26E+07	
20	¹³¹ I	2.96E+11		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	2.96E+08	
21	¹⁷⁷ Lu	2.96E+10		中毒	0.1	源的贮存	液态	100	2.96E+07	
22	¹⁸⁸ W	1.48E+11		中毒	0.1	源的贮存	固态	1000	1.48E+07	
23	²²³ Ra	1.48E+09		极毒	10	源的贮存	液态	100	1.48E+08	

由表 1-8 可知，放射性核素暂存工作场所的日等效最大操作量为 $3.79 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

5、工作人员及工作制度

本项目拟新增辐射工作人员 3 名（管理人员 1 名、暂存库人员 2 名），工作时间由建设单位后期根据放射性药物货包进出库量等实际情况安排。

6、产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，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”项目，是国家鼓励的应用项目，符合国家产业发展政策。

三、规划符合性分析

本项目选址位于成都市武侯区武兴四路 5 号 2 栋 1 层 2 号厂房，成都市武侯区武兴四路 5 号 2 栋 1 层厂房用地归属于四川华远焊接系统有限公司所有，已取得了房屋产权证（见附件 3-2）。2022 年四川华远焊接系统有限公司已将其所有位于武侯区武兴四路 5 号 2 栋 1 层的工业用房出租给成都前沿医疗投资有限公司（合同见附件 3-2），成都前沿医疗投资有限公司负责租赁后的代理运营。项目建设单位本次与成都前沿医疗投资有限公司签订了房屋租赁协议（见附件 3-1）。

成都前沿医学产业园为医学研究和试验发展及医疗设备生产基地，涉及加速器的研发及生产。其中《武侯区前沿医学产业园区及配套基础设施建设项目环境影响评价报告表》2023 年已取得成都市武侯生态环境局批复，文号为：成武环承诺环评审[2023]05 号（见附件 9）；涉及的放射性内容编制了《成都前沿医疗投资有限公司研发生产和使用 II 类射线装置项目环境影响报告表》，2024 年已取得四川省生态环境厅批复，文号为：川环审批[2024]82 号（见附件 10）。

本项目场所所在成都前沿医学产业园位于成都市武侯区华西医美健康城范围内，项目入驻该园区已取得成都市武侯区华西医美健康城管委会同意入驻意见，见附件 4。

综上所述，本项目所在用地符合当地规划。

四、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、选址合理性分析

本项目租赁成都前沿医疗投资有限公司位于成都市武侯区武兴四路 5 号已建厂房进行建设，项目所在地用地性质为工业用地。项目所在成都前沿医疗投资有限公司四周紧邻交通要道，厂区北侧为武科西二路、28m 处为普思生物；厂区东侧为武兴四路、27m 处为四川华佛医药集团有限公司；厂区南侧围墙外紧邻成都经纬机械制造有限公司；厂区西侧为绿化带。

本项目暂存库设计了良好的屏蔽措施，所在厂区基础配套设施完善，给排水、电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供了良好条件，项目用地性质符合用地规划，项目周边 50m 评价范围内不涉及居民住宅、学校和医院等保护目标，主要为企业、厂房及配套建筑等。选址紧邻交通要道便于放射性药物的运输，从辐射防护安全和环境保护角度分析，放射性药物产生的射线经自带铅屏蔽和墙体屏蔽后对周边工作人员和公众的照射剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的剂量限值和本报告提出的剂量约束值。因此，本项目选址是合理的。

2、项目外环境关系及平面布局合理性分析

本项目位于成都市武侯区武兴四路 5 号，租赁的 2 栋 1 层 2 号厂房为已建单层厂房，无地下层，暂存库顶部为风机房，人员不可达（仅检修人员检修时进入）。放射性核素暂存库东南侧 50m 范围内为成都前沿医疗投资有限公司生产厂房、厂区内道路、成都经纬机械制造有限公司；放射性核素暂存库西南侧 50m 范围内为成都前沿医疗投资有限公司空置厂房、厂区内道路、成都经纬机械制造有限公司；放射性核素暂存库西北侧 50m 范围均为成都前沿医疗投资有限公司其他功能用房，包括：空置厂房、氢炉间、生产厂房、厂房内道路；放射性核素暂存库东北侧 50m 范围为封闭不利用空间、成都前沿医疗投资有限公司生产厂房（本项目有放射性货包暂存时，利用该厂房内消防值班室进行值守）、厂区内空地、研发办公楼。

本项目所在地周围临近交通要道，便于物流货包的运输；放射性核素暂存

工作场所位于厂区已建生产厂房内，四周为厂区内其他生产车间、其他工业企业、厂区内道路、绿化带等，均无人长时间居留，便于货包的进出库管理；暂存场所独立布置于厂区内南侧端头，放射性药物出入口设置于厂区北侧位置，避开了厂区人员密集出入口（厂区东侧）位置，无关人员和放射性药物相互不交叉；且与其他生产车间、其他企业有明确的分界隔离，能够有效避免无关人员靠近，能够确保放射性药品的安全。放射性药品出入口位于北侧武科西二路位置，货物送达厂区后，沿厂区西侧道路送至暂存库，不经过厂区人员密集区域，运送通道相对短捷。因此，本项目平面布局是合理的。

本项目放射性货包暂存期间，放射性药物由内容器、内层辅助包装、外容器、外层辅助包装等进行了多层包装，且暂存场所设置了实体屏蔽及各种辐射安全防护措施，项目对外界产生的辐射环境影响很小；同时本项目建设不占用厂区消防通道和内部公共设施，与厂区内原有布置及周围企业环境相容。

本项目外环境关系图见附图 2，外环境关系统计表见下表。

表 1-9 放射性核素暂存工作场所外环境关系统计表

外环境对象	方位	与本项目最近水平距离	性质	备注
成都前沿医疗投资有限公司生产厂房	东南侧	紧邻	生产厂房	/
厂区内道路		紧邻	厂区内道路	/
成都经纬机械制造有限公司	东南侧、西南侧	6.7m	机加工企业	/
成都前沿医疗投资有限公司空置厂房	西南侧、西北侧	紧邻	空置厂房	/
厂区内道路公		45m	/	/
氢炉间内	西北侧	35m	/	成都前沿医疗投资有限公司生产用房
成都前沿医疗投资有限公司生产用房	西北侧、东北侧	26m	生产厂房	/
消防值班室	东北侧	25m	值班室	本项目值班人员及其他公众
厂区内空地	东北侧	39m	/	/
厂区内办公楼		57m	办公楼	厂区内研发办公楼

暂存库上方风机房	楼上	3.6m (垂直距离)	/	仅检修人员上去
----------	----	----------------	---	---------

注：上述距离为外环境对象距离放射性核素暂存工作场所的距离。

五、依托可行性分析

本项目主要用于放射性药物暂存，项目营运期产生污染物主要为工作人员产生的生活污水和生活垃圾、以及少量擦拭去污的放射性固废。

①放射性固废：拟暂存于暂存库内铅桶，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，作为一般废物交环卫部门处置，不合格的交有资质单位处置。

②生活污水、生活垃圾：项目暂存期间工作人员产生的生活污水和生活垃圾依托已建的污水处理设施和生活垃圾收集设施处理。所在厂区已建 1 座预处理池，用于收集工作人员产生的生活污水，生活污水在预处理池处理后排入市政污水管网，最终经成都市第五再生水厂处理达标后排入黄堰河。工作人员产生的生活垃圾集中暂存，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目在成都前沿医疗投资有限公司内建设，厂区内配套建的污水处理设施、生活垃圾收集点等设施，可满足本项目运行需求。

六、原有核技术利用项目许可情况

重药控股（四川）有限公司于 2024 年 03 月 22 日申请取得了成都市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[27842]），许可的种类和范围为：销售Ⅲ类射线装置，有效期至 2027 年 07 月 07 日（附件 2）。公司截止目前已销售 Ⅲ 类射线装置共计 5 台，已取得辐射安全培训合格证的人员 1 名。

本项目放射性核素暂存工作场所所在地为已建标准厂房，本项目尚未进行改造建设，不存在原有污染和环境遗留问题。

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	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	暂存场所	贮存方式与地点
1	⁷ Be	气态	销售，使用	1.78E+09	3.79E+09	4.08E+14	销售	源的贮存	放射性核素暂存工作场所	自带屏蔽包装暂存于放射性药物暂存库
2	¹⁴ C	气态	销售，使用	1.76E+11			销售	源的贮存		
3	¹⁴ C	固态	销售，使用	1.76E+10			销售	源的贮存		
4	¹⁸ F	液态	销售，使用	3.55E+12			销售	源的贮存		
5	⁵⁹ Fe	液态	销售，使用	1.78E+09			销售	源的贮存		
6	⁶⁷ Ga	液态	销售，使用	1.78E+09			销售	源的贮存		
7	⁶⁸ Ga	液态	销售，使用	3.55E+11			销售	源的贮存		
8	⁷² Se	固态	销售，使用	1.78E+09			销售	源的贮存		
9	⁸⁹ Zr	液态	销售，使用	1.96E+11			销售	源的贮存		

10	⁸⁹ Sr	液态	销售, 使用	6.04E+11			销售	源的贮存		
11	⁹⁰ Y	液态	销售, 使用	3.79E+12			销售	源的贮存		
12	⁹⁰ Sr	固态	销售, 使用	2.40E+08			销售	源的贮存		
13	^{95m} Tc	液态	销售, 使用	1.78E+09			销售	源的贮存		
14	⁹⁶ Tc	液态	销售, 使用	1.78E+09			销售	源的贮存		
15	^{99m} Tc	液态	销售, 使用	4.08E+12			销售	源的贮存		
16	^{110m} Ag	固态	销售, 使用	1.78E+10			销售	源的贮存		
17	¹¹³ Sn	固态	销售, 使用	1.78E+10			销售	源的贮存		
18	¹²³ I	液态	销售, 使用	5.33E+11			销售	源的贮存		
19	¹²⁵ I (粒子源)	固态	销售, 使用	3.91E+12			销售	源的贮存		
20	¹³¹ I	液态	销售, 使用	3.55E+12			销售	源的贮存		
21	¹⁷⁷ Lu	液态	销售, 使用	3.55E+11			销售	源的贮存		
22	¹⁸⁸ W	固态	销售, 使用	1.78E+12			销售	源的贮存		
23	²²³ Ra	液态	销售, 使用	1.78E+10						

表 4：射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

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

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（ μ A）	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
——	——	——	—	——	——	——	——	——

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

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

表 6：评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日实施）； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号，2017 年 7 月 16 日修订）； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； (7) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施）； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日第二次修订）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）； (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环保部第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）； (11) 《放射性药品管理办法》（中华人民共和国国务院令 第 25 号，2022 年 3 月 22 日修正）； (12) 《放射性废物安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行）； (13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发[2015]162 号）； (14) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日）； (15) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日）；
------	--

	(16) 《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 公告 2019 年第 57 号）； (17) 关于发布《<放射性废物分类>的公告》（原环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告 2017 年公告第 65 号公布，自 2018 年 1 月 1 日起施行）； (18) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部公告 2019 年第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）； (19) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号，2016 年 10 月 27 日起施行）； (20) 《放射性物品运输安全监督管理办法》（环境保护部 部令第 38 号，2016 年 5 月 1 日起施行）； (21) 《放射性物品运输安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 562 号，2010 年 1 月 1 日起施行）； (22) 重庆市药品监督管理局、四川省药品监督管理局《关于印发放射性药品经营质量管理实施细则的通知》（渝药监〔2023〕16 号，2023 年 5 月 1 日起施行）。
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容与格式》（HJ10.1-2016）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； (4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； (7) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； (8) 《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）； (9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (10) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）； (11) 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）； (12) 《核技术利用放射性废物最小化》（国安核安全局 2020 年 3 月

	10 日批准发布）。
其他	（1）《辐射防护手册》（第一分册、第三分册），李德平、潘自强主编，原子能出版社； （2）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）； （3）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）； （4）《放射卫生学》（章仲侯主编）； （5）《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）； （6）《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函[2019]853 号）； （7）《关于贯彻落实 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（川环办函[2019]507 号）； （8）建设单位提供的项目图纸及相关技术参数资料。

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，乙级取半径 50m 的范围”，确定本项目辐射环境影响评价范围以放射性药物暂存库为实体屏蔽为边界，半径 50m 范围，评价范围图见附图 2。

保护目标

根据本项目评价范围、辐射工作场所周围的外环境关系，确定本项目评价范围内主要环境保护目标，详见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

保护名单		方位	位置	数量	距离放射性药物暂存库最近水平距离	距离放射性药物暂存库最近垂直距离
职业		南侧	缓冲间、货厅	3 人	0.5m	/
		东北侧	值班室		25m	/
公众	成都前沿医疗投资有限公司生产厂房公众	东南侧	生产厂房	约 10 人	2.2m	/
	厂区内道路公众		厂区内道路	流动人员	4.9m	/
	成都经纬机械制造有限公司公众	东南侧、西南侧	厂区围墙外其他公司车间	约 20 人	11.6m	/
	成都前沿医疗投资有限公司空置厂房	西南侧、西北侧	生产厂房	/	紧邻	/
	厂区内道路公众		厂区内道路	/	45m	/
	氢炉间内公众	西北侧	生产厂房	约 2 人	35m	/
	成都前沿医疗投资有限公司生产用房	西北侧、东北侧	生产厂房	约 10 人	26m	/
	厂区内空地	东北侧	空地	流动人员	39m	/
	厂区内办公楼		公司研发办公楼	约 20 人	57m	/

	检修人员	暂存库 顶部	上方风机房	1 人	/	3.6m
--	------	-----------	-------	-----	---	------

注：上述距离为保护目标距离放射性核素暂存库的距离。

评价标准

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) 大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准；

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

2、污染物排放标准

(1) 废水：执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准；

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

(3) 施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中标准限值；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 3 类标准；

(4) 固体废物：《低、中水平放射性固体废物包安全标准》(GB12711-2018)。

3、电离辐射剂量

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

根据第 B1.1.1 条的规定，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之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。

根据第 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。

(2) 《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，结合实际情况，确定本项目职业人员和公众的剂量约束限值如下：

◇职业照射个人总受照剂量约束限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人总受照剂量约束限值取 0.1mSv/a。

4、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)，距工作场所各控制

区内房间防护门、墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

5、非密封放射性工作场所污染物控制水平

(1) 放射性表面污染控制水平

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的有关规定，见表 7-2。

表 7-2 工作场所放射性表面污染控制水平表 (Bq/cm^2)

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	4×10	40
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

(2) 放射性固体废物管理要求

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后满足下列要求的，经监测辐射剂量率达到环境本底水平、 α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 ，可对废物清洁解控并作为一般废物处理：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

放射性固体废物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。

(3) 放射性物品运输要求

根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），对于放射性物质的运输有以下要求：

辐射水平限值：

1) 货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h ，满足下列任何一项情况除外：

a) 按独家使用方式通过铁路或公路运输的货包或集合包装, 在满足下述条件下时可超过 2mSv/h, 但不可超过 10mSv/h;

①车辆采取实体防护措施防止未经批准的人员在常规运输条件下接近搬移货物;

②对货包或集合包装采取了固定措施, 在常规运输条件下它们在车辆内的位置能够保持不变;

③运输期间, 无任何装载或卸载作业。

b) 使用船舶运输的货包或集合包装, 按独家使用方式装载在车辆内或车辆上, 且始终不从车辆上卸下;

c)按特殊安排方式使用船舶或航空运输的货包或集合包装。

2) 按独家使用方式运输, 货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 10mSv/h。

表面污染水平限值:

应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上, 在常规运输条件下, 这种污染不得超过下述限值:

1) 对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体为 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$;

2) 对所有其他 α 发射体为 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

可以用在表面的任意部位任何 300cm^2 面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求。

货包分级:

货包、集合包装和货物集装箱应按照下表中规定的条件并按下述要求划分为 I 级 (白)、II 级 (黄) 或 III 级 (黄)。

表 7-3 货包、集合包装和货物集装箱的分级

条件		分级
运输指数(TI)	外表面上任一点的最大辐射水平 H (mSv/h)	
0 ^a	$H \leq 0.005$	I 级 (白)
$0 < TI \leq 1^a$	$0.005 < H \leq 0.5$	II 级 (黄)
$1 < TI \leq 10$	$0.5 < H \leq 2$	III 级 (黄)
$10 \leq TI$	$2 < H \leq 10$	III 级 (黄) ^b
a. 若测的 TI 值不大于 0.05, 此数值可取为零;		
b. 除集合包装以外, 需按独家使用方式运输。		

本项目放射性核素货包非独家使用, 其运输指数均小于 10, 根据不同的运输指数划分为 I 级 (白)、II 级 (黄) 或 III 级 (黄) 货包。

表 8：环境质量和辐射现状

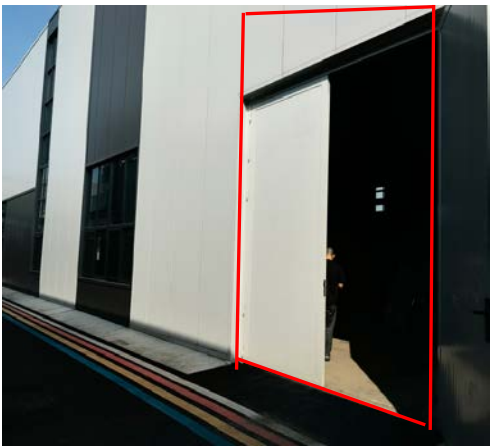
环境质量和辐射现状

1、场所现状

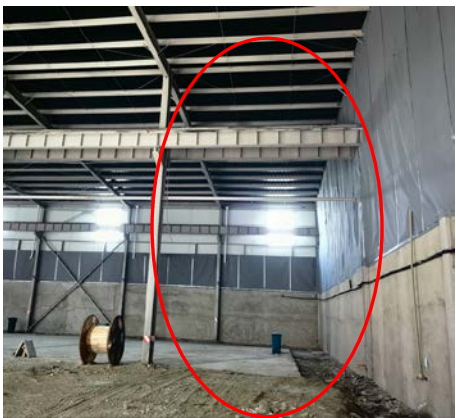
本项目位于成都前沿医疗投资有限公司2栋1层2号厂房，根据现场踏勘，项目评价范围内主要为成都前沿医疗投资有限公司其他生产厂房、其他工业企业、厂区外道路、绿化带等。本项目拟建地现场周围环境情况见图8-1。



成都前沿医学产业园



项目所在 2 栋 1 层 2 号厂房



暂存库拟建位置



厂区南侧经纬机械制造有限公司



厂区内其他生产厂房



厂区内研发办公楼

图 8-1 项目拟建地及周围环境现状

2、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为放射性药物临时暂存，为乙级非密封放射性物质工作场所，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，重药控股（四川）有限公司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）对本项目所在位置的辐射环境进行了监测，监测报告见附件 8，监测结果见表 8-2、表 8-3。

3、监测点位布置

本项目所依托的厂区2栋1层2号厂房主体工程已建成，根据本项目辐射工作场所布置情况及外环境关系，本次在放射性药物暂存工作场所拟建地内布置了2个X-γ辐射剂量率、2个α/β表面污染监测点位（1#~2#监测点），在周围评价范围内距离拟建场所最近的企业、厂区内其他生产厂房、厂区内办公楼分别布置了X-γ辐射剂量率、α/β表面污染监测点位（3#~7#监测点），本次布置的监测点位能反映区域辐射环境质量本底状况，监测点位布置合理。

4、监测时间及现场环境状况

2025 年 04 月 21 日，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）监测人员对项目所在地 X-γ 辐射剂量率、α/β 表面污染进行了现场监测，监测时环境温度：25.4℃~26.2℃；环境湿度：55.3%~56.1%；天气状况：阴。

5、监测因子、监测方法及监测仪器

表 8-1 监测因子、监测方法及监测仪器一览表

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限
α 表面污染活度、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：10-10999 能量响应范围：50keV~1.3MeV 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 J20240602008 号 检定日期：2024-06-03 有效日期：2025-06-02	α 道： 0~5000cps； β 道： 0~50000cps
X-γ 辐射剂	《环境 γ 辐射剂量	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪	1~10000

量率	率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	仪器型号: BH3103B 仪器编号: 018 能量响应范围: 25keV~3MeV 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 J20250206002 号 校准日期: 2025-02-19 有效日期: 2026-02-18	($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)
----	----------------------------	--	---------------------------------

6、质量保证

本次监测单位为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监测点位布设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。

7、监测结果

监测结果见表 8-2、表 8-3。

表 8-2 本项目拟建场地及周围 α 、 β 表面污染监测结果

序号	点位名称	α 表面污染活度 (Bq/cm ²)	β 表面污染活度 (Bq/cm ²)
1	暂存场所拟建地	<0.01	0.07
2	暂存场所所在厂房空地	<0.01	0.05
3	拟建场所东侧其他公司生产车间	<0.01	0.08
4	拟建场所南侧围墙外成都经纬制造有限公司	<0.01	0.06
5	拟建场所西北侧其他公司生产车间	<0.01	0.07
6	拟建场所北侧其他公司生产车间	<0.01	0.05
7	拟建场所东北侧办公楼	<0.01	0.12

注：“<0.01”表示低于仪器检出限。

表 8-3 本项目拟建场地及周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

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)
1	暂存场所拟建地	10.2	0.29
2	暂存场所所在厂房空地	9.7	0.20
3	拟建场所东侧其他公司生产车间	10.6	0.14
4	拟建场所南侧围墙外成都经纬制造有限公司	10.4	0.18
5	拟建场所西北侧其他公司生产车间	10.6	0.23
6	拟建场所北侧其他公司生产车间	10.3	0.20
7	拟建场所东北侧办公楼	12.1	0.24

注：X- γ 辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据表 8-2 监测结果，本项目拟建地及周围 α 表面污染活度监测结果均低于仪器检出限 ($<0.01\text{Bq/cm}^2$)， β 表面污染活度监测结果在 $0.05\text{Bq/cm}^2\sim 0.12\text{Bq/cm}^2$ 之间，无异常。

根据表 8-3 监测结果，各监测点 X- γ 辐射剂量率范围为 $9.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 12.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，即 $97\text{nGy/h}\sim 121\text{nGy/h}$ ，与《2023 成都生态环境质量公报》中成都市环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围 ($67.0\text{nGy/h}\sim 119\text{nGy/h}$) 对比，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目拟建区域为空置厂房，施工期主要是对该区域进行施工改造和防护装饰装修，主要工序为：室内清理、场所各房间墙体浇筑、装饰装修。其产污环节主要为：装修施工阶段的施工扬尘、施工噪声、施工废水、建筑垃圾，以及施工人员产生的生活污水、生活垃圾等。

施工期工艺流程及产污环节如下：

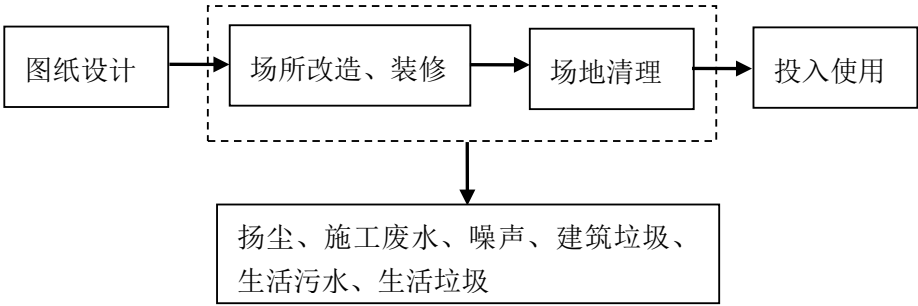


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

(1) 扬尘

由于本项目施工期工程量较小，主要为在已建主体工程内进行局部的施工改造和装饰装修，故产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

(2) 噪声

施工期噪声包括各类机械、运输车辆的噪声以及土建施工产生的噪声，由于施工范围小、施工拟采取《低噪声施工设备指导名录》（2024 年版）中低噪音设备、施工区域位于厂区范围内，周围均为工业企业，因此施工噪声对周围环境的影响较小。

(3) 废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托厂区现有污水处理设施处理后纳入市政污水管网。

(4) 固体废物

装修过程中产生的建筑垃圾如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等应妥善保管，及时回收处理；对于不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送当地指定的建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾依托厂区生活垃圾收集设施收集后，交由环卫部门统一处理。

二、运营期

（一）源项分析

重药控股（四川）有限公司拟代理销售 23 种放射性同位素药物，每日最多暂存 12 个货包。

放射性药物生产厂家在放射性药物出厂前，均对放射性药物进行了多层包装，并对放射性货包表面进行了辐射剂量率监测，张贴了货包分级标签。重药控股（四川）有限公司收到放射性药物货包后，经过相关检查后，再将不同等级的货包存入对应的暂存区域内。根据公司规划，拟在暂存库内按货包不同等级分区暂存，分别为 I 级（白）、II 级（黄）和 III 级（黄）货包暂存区。根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中关于货包分级和货包表面任意一处辐射剂量率的相关要求，放射性药物货包在暂存库内达到日最大暂存量的前提下，将货包近似看作一个点源，表面 5cm 处辐射剂量率为货包分级的最大辐射剂量率限值，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律进行计算，暂存区内周围最大辐射剂量率见下表。具体放射性药物货包存放方案见下表。

表 9-1 本项目放射性药物货包暂存方案

序号	暂存库区域	暂存货包分级	单日最大暂存数量（个）	单个货包表面（5cm）最大辐射剂量率（μSv/h）	单个货包表面0.5m处最大辐射率（μSv/h）	单个货包表面1m处最大辐射剂量率（μSv/h）	单区域货包表面1m处最大辐射剂量率（μSv/h）
1	放射性药物暂存库	I级（白）	7	5	0.05	1.25E-02	8.75E-02
2		II级（黄）	4	500	5	1.25	5
3		III级（黄）	1	2000	20	5.0	5
合计							10.09

注：根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中关于货包分级和货包表面辐射剂量的相关要求，保守把货包表面任意一处辐射剂量率定为 5cm 处，并将 12 个货包看作点源进行考虑。

放射性药物货包经外包公司配送到本项目暂存场所，将放射性药物货包按照

货包分级为批次使用拖车运入缓冲间内，等待检查完毕后，暂存库管理员将放射性药物货包转移至暂存库指定位置。经监测不合格、货包信息缺失、不清晰等的放射性药品，直接交由厂家进行退回处理，不在项目内暂存。

本项目因放射性药物的特殊性，放射性药物销售采用订单模式，重药控股（四川）有限公司取得销售订单合同后，再从放射性药物生产单位采购，放射性药物生产单位一般直接发货到医疗机构，因特殊原因才在本项目暂存库（中转）暂存。

（二）工作负荷

本项目拟配置 3 名辐射工作人员，每天暂存放射性药物货包数量最多不超过 12 个，主要根据客户订货采购计划向放射性药物生产单位或者代理商订购放射性药物，放射性药物从生产单位或者代理商送入本项目暂存库，再由外包的运输人员配送到医疗机构，放射性药品暂存库年暂存时间不超过 100 天。

（三）环境影响因子

本项目辐射环境影响因子为 α 射线、 β 射线、 γ 射线、 α 表面污染、 β 表面污染、韧致辐射。

α 射线：由于 α 粒子的质量比电子大得多，通过物质时极易使其中的原子电离而损失能量，所以它能穿透物质的本领很弱，在空气中的射程小于 6cm，人类的皮肤或一张纸已能隔阻 α 粒子，本项目辐射工作人员不会直接接触放射性核素， α 射线对本项目放射工作人员没有外照射危险。但是，绝大多数 α 核素属于极毒或高毒核素，即使摄入体内的量极少，也会造成严重的内照射。因此，本项目涉及的 α 放射性核素需特别注意防止将源丢失，以免造成放射性污染。

β 射线： β 射线比射线更具有穿透力，但在穿过同样距离后，其引起的损伤更小， β 粒子能被体外衣服消减、阻挡或一张几毫米厚的铝箱完全阻挡。本项目辐射工作人员不会直接接触放射性核素，因此 β 射线对本项目放射工作人员的影响较小。

γ 射线： γ 射线对细胞有杀伤力，且有很强的穿透力，本项目主要考虑 γ 射线的辐射环境影响。

α 、 β 表面污染：正常情况下，本项目货包运输及暂存过程中一般不存在 α 、 β 表面污染。

韧致辐射：放射性核素产生的 β 射线被周围的其他物质阻挡时会产生韧致辐

射，对周围环境产生辐射污染。韧致辐射的强度与 β 射线的能量成正比，与吸收物质的有效原子序数 Z 的平方成正比，本项目放射性药物货包内核素屏蔽采用一定厚度的铅质材料，可吸收产生的韧致辐射。因此本项目不考虑韧致辐射。

（四）工艺流程及产污环节分析

1、放射性药品销售流程示意图

- ①合同签订：重药控股（四川）有限公司与用户签订购买合同，明确价格、服务内容、产品技术规格、交货时间等内容；
- ②发货：重药控股（四川）有限公司辐射安全领导小组组长对用户资质条件（已取得辐射安全许可证）进行审核，符合条件的在《销售审核单》的“终审人”处签字，再由放射性药物生产厂家发货；如未取得辐射安全许可证则不发货；
- ③运输：货包在本项目暂存库暂存后，重药控股（四川）有限公司委托有资质单位负责将放射性药物运输至购买方。

另外，使用单位产生的废放射性药物包装由原生产厂家回收。

放射性药物销售流程如下：

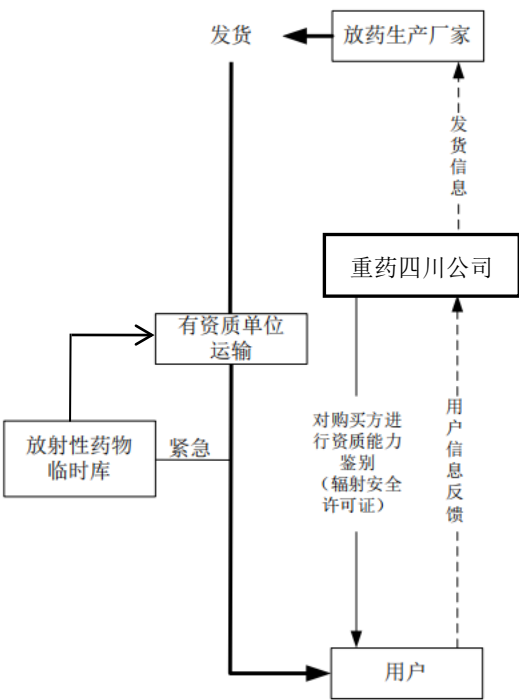


图 9-2 放射性药物销售流程示意图

放射性药品销售各单位管理职责如下表：

表 9-2 本项目放射性药物货包涉及各单位管理职责一览表

单位	履行职责
放射性药品使用	根据使用需求，与具有代理销售资质的单位采购放射性药品

单位	
重药控股（四川）有限公司	1、根据放射性药物用户单位需求，与用户签订购买合同； 2、根据采购合同与放射性药品生产厂家签订生产订单合同。 3、如遇特殊情况，放射性药品不能正常送至使用单位，接收放射性药品的临时暂存。 4、使用单位能正常接收放射性药品后，委托有运输资质的单位进行运输。
放射性药品生产厂家	根据重药控股（四川）有限公司订单生产放射性药品，委托有放射性物品运输资质单位进行运输，正常情况下直接运输至使用单位；如遇特殊情况，运至本项目暂存库临时暂存。
运输单位	有放射性药品运输资质的运输单位，接收由生产厂家或重药控股（四川）有限公司委托运输

2、放射性药物暂存库工艺流程及产污环节

重药控股（四川）有限公司代理销售的放射性药物正常情况下直接由有资质单位运输至使用单位，特殊情况（如交通管制、使用单位无法接收）则暂存在本项目拟建的放射性药物暂存库。

（1）入库

放射性药物由厂区北侧出入口运至厂区，经厂房南侧入口运至本项目放射性药物暂存库货厅后，由本项目工作人员使用叉车将货物卸至手推车上，然后拖至缓冲间，在缓冲间进行表面沾污水平与 X- γ 辐射剂量率水平检测，检测合格后，将手推车运至暂存库内，人工将药物货包拎至货架上，按一层货架放置Ⅱ级（黄）、Ⅲ级（黄）货包、二层货架放置Ⅰ级（白）的方式进行摆放。经检测货包信息缺失、不清晰等的放射性药品、监测不合格的，交由厂家进行退回处理。货包暂存方式示例见图 9-3。

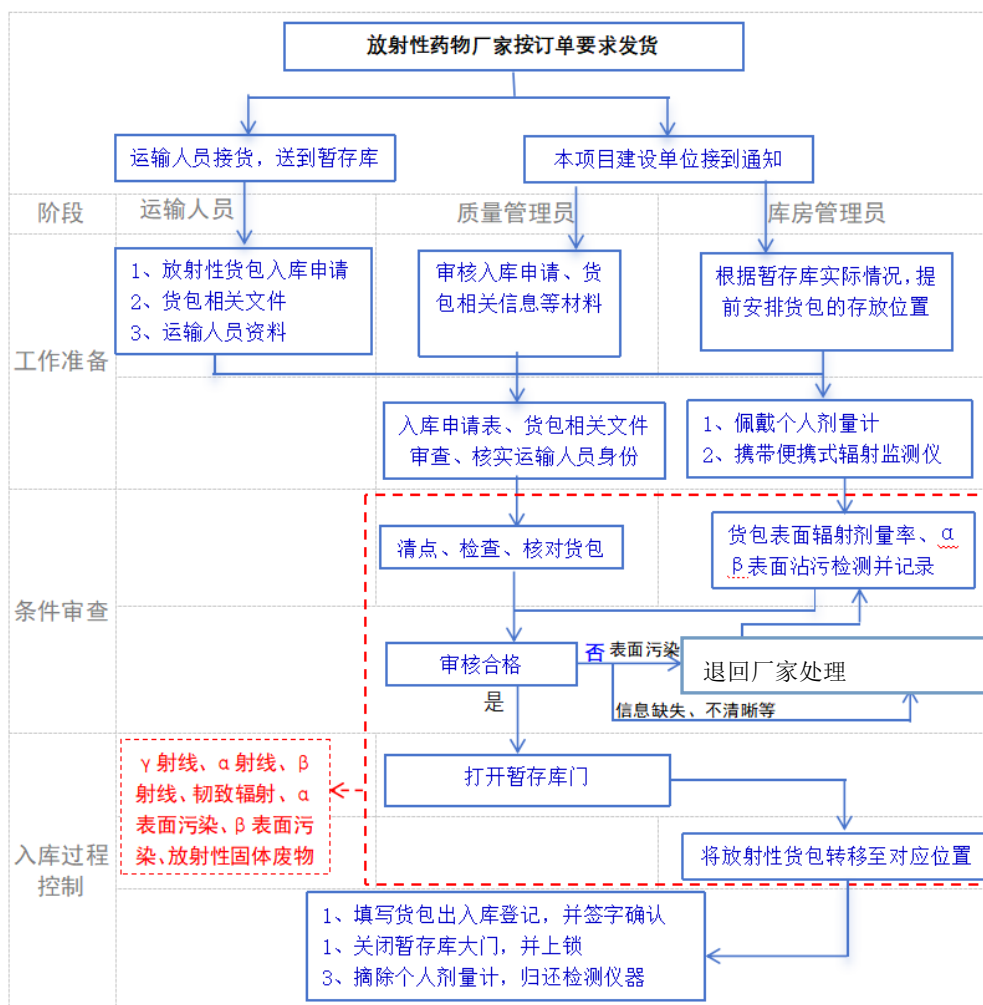


图 9-3 放射性药物入库流程

(2) 暂存

放射性药物暂存期间，工作人员负责暂存库 24h 不间断监控（利用厂区东北侧消防值班室进行值班），避免出现丢失、被盗等事故。暂存期间，不进行拆包作业。

(3) 出库

放射性药物出库前，由工作人员将药物货包拎至手推车上，运至缓冲间，在缓冲间进行表面沾污水平与 X-γ 辐射剂量率水平检测，检测合格后将手推车运至货厅，使用叉车将货包装车，之后由有资质单位运至使用单位。监测不合格的进行擦拭去污，去污达标后再装车外运。

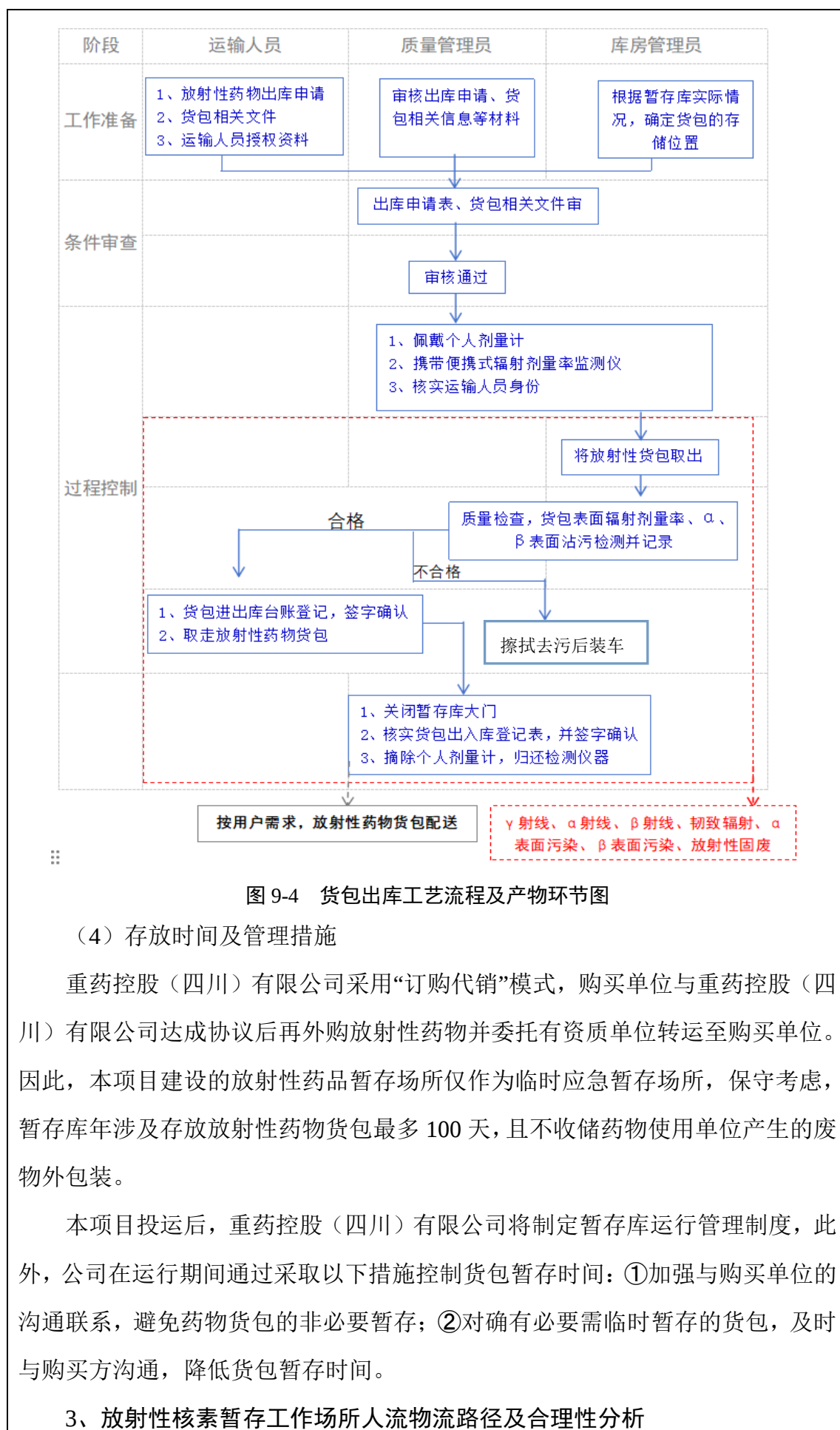


图 9-4 货包出库工艺流程及产物环节图

(4) 存放时间及管理措施

重药控股（四川）有限公司采用“订购代销”模式，购买单位与重药控股（四川）有限公司达成协议后再外购放射性药物并委托有资质单位转运至购买单位。因此，本项目建设的放射性药品暂存场所仅作为临时应急暂存场所，保守考虑，暂存库年涉及存放放射性药物货包最多 100 天，且不收储药物使用单位产生的废物外包装。

本项目投运后，重药控股（四川）有限公司将制定暂存库运行管理制度，此外，公司在运行期间通过采取以下措施控制货包暂存时间：①加强与购买单位的沟通联系，避免药物货包的非必要暂存；②对确有必要需临时暂存的货包，及时与购买方沟通，降低货包暂存时间。

3、放射性核素暂存工作场所人流物流路径及合理性分析

项目放射性核素暂存工作场所人流、物流、放射性废物为同一个出入口，放射性药物到达暂存库前，辐射工作人员提前到达货厅等待，放射性药物到达后，药物由出入口运至货厅，工作人员进行入库检测、登记，监测达标后使用叉车将货物卸至手推车上运至暂存库内进行暂存，货包存好后辐射工作人员退回货厅后离开。

放药出库前，由工作人员将货物货包拎至手推车上，运至缓冲间，在缓冲间进行表面沾污水平和表面剂量率水平检测，检测合格后装车外运，人员离开。

放射性废物路径与放药出库路径一致，外运处置前进行检测，合格的作为一般固废交环卫部门处置；不合格的交有资质单位处置。

本项目放射性药物、放射性废物进出工作场所入口唯一、路径与厂区内其他公众不存在交叉，放射性药物、废物进出厂区均采用专用运输车运输，放射性核素暂存工作场所人流、物流路径设置合理。

本项目人流、物流路径见图 9-5。

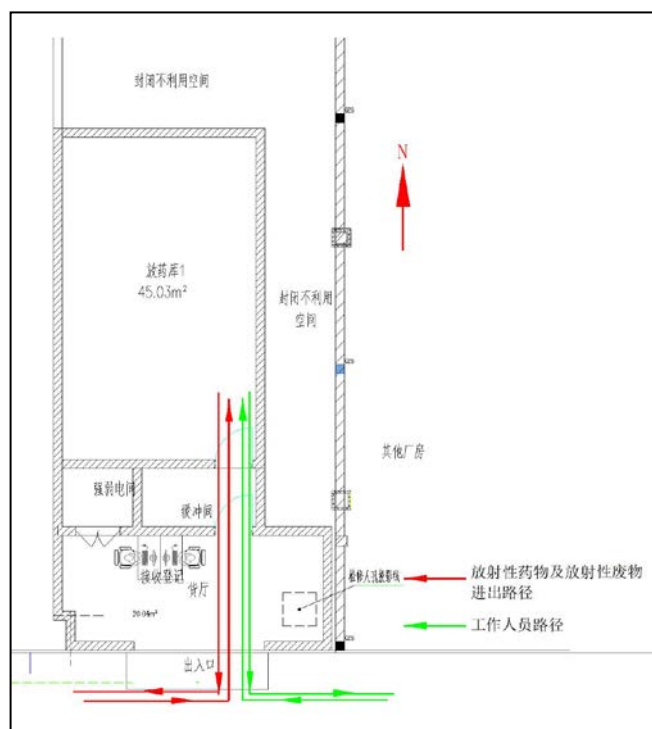


图 9-5 本项目人流物流路径图

污染源项描述

（一）施工期污染源项分析

本项目仅对厂房内部进行防护改造和装饰施工,施工过程以装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有装修固废、粉尘、噪声和废水,但因施工期短,施工范围小,通过作业时间控制,加强施工现场的管理等手段,对周围环境产生的影响较小,该影响是暂时性的,对周围环境的影响随建设期的结束而消除。

（二）运营期污染源项分析

本项目运营期,主要污染源涉及放射性和非放射性污染源。其中放射性污染源主要为 α/β 表面污染、 $\alpha/\beta/\gamma$ 射线、韧致辐射、放射性固废;非放射性污染源项主要有噪声、固体废物和废水。

1、放射性污染源项

（1） α 、 β 表面污染

正常情况下,本项目一般不会发生 α 、 β 表面污染情况,但在事故状态下或放射性核素泼洒,可能会产生 α 、 β 表面污染。运输人员在搬移操作过程中均穿有工作服和戴有手套,如果暂存库内发生污染,应及时进行去污,经监测确认达到标准允许范围内,才可离开暂存库。

（2） α 、 β 、 γ 射线

α 、 β 射线射程较短、穿透物质的能力较弱,较容易阻挡。因此本项目主要考虑放射性药物产生的 γ 射线的辐射环境影响。

（3）韧致辐射

β 射线被放射性核素本身以及其他物质阻止时会产生韧致辐射,韧致辐射的强度与 β 射线的能量成正比,与吸收物质的有效原子序数 Z 的平方成正比。本项目放射性药物货包内核素屏蔽采用一定厚度铅质材料,可吸收韧致辐射。因此,本项目不考虑韧致辐射。

（4）放射性废水

本项目不产生放射性废水,在放射性药品发生撒漏或者货包容器破碎等事件时,主要采用吸水纸或者卫生棉等擦拭去污,去污后的纸作为放射性固废处置。

（5）放射性固体废物

项目产生的放射性固体废物主要为擦拭去污固废，经收集后，在放射性固体废物暂存铅桶内暂存衰变，经过监测达到清洁解控水平后作为普通废物进行处理；监测不合格的交有资质单位处置。

（6）放射性废气

本项目不产生放射性废气。

2、非放射性污染源项

（1）废水

项目共有工作人员 3 人，工作人员产生的少量生活废水利用厂区既有处理措施收集处理。

（2）固废

工作人员产生的少量生活垃圾利用厂区既有处理措施收集处理。

（3）噪声

项目营运期噪声主要来源于通排风系统的风机，拟采购低噪节能排风机，其噪声源强一般低于 60dB(A)。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所平面布局合理性分析

本项目位于成都市武侯区武兴四路5号2栋1层2号厂房，场所包括放射性药物暂存库、缓冲间、货厅、强弱电间，缓冲间位于暂存库南侧，场所出入口布置于南侧，供人员和放药出入。放药暂存工作场所位于2栋1层2号厂房南侧位置，东侧、北侧为封闭不利用空间，暂存库楼顶设置了风机房，仅设置检修人孔供检修人员检修用，其他人员不可达。厂房无地下层。

本项目放射性药物暂存场所位于厂区南侧端头位置，所在位置空间相对独立，避开了办公区人群密集场所；通过单独设置进出口，有效避免放射性药物和其他厂房人员的交叉污染。放射性药物暂存库与四周功能房间之间采用墙体或楼板分隔，墙体、楼板、防护门的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射的影响，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。从辐射防护角度而言，放射性药物暂存场所平面布置合理。

二、工作区域管理

为加强辐射工作场所的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。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辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”项目控制区和监督区划分情况见表10-1及图10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

场所	控制区	监督区
暂存库	放射性药物暂存库（含货架）	缓冲间、货厅
“两区”管控要求及措施	①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志； ②控制区入口处区域设置红色带“控制区”字样的地面标识线； ③设置实体双人双锁措施，防止无关人员闯入； ④制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；运用行政管理程序（如进入	①非相关人员也限制进入，避免受到不必要的照射； ②监督区入口（缓冲间入口）张贴“电离辐射警告标志”； ③监督区入口外1m区域设置橙色带“监督区”字样的

	控制区的工作许可制度)和实体屏障限制进出控制区。	地面标识线。
--	--------------------------	--------

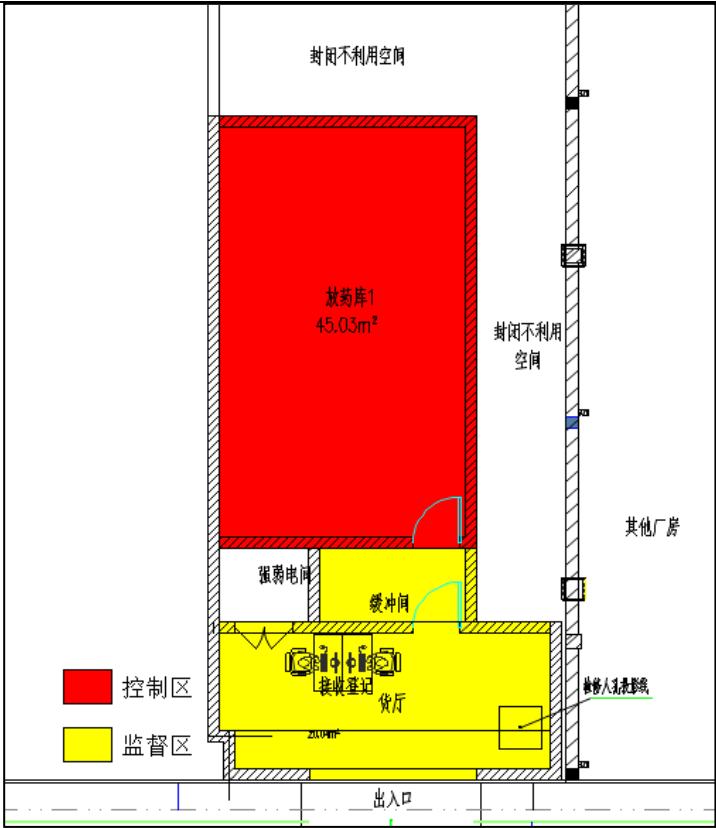
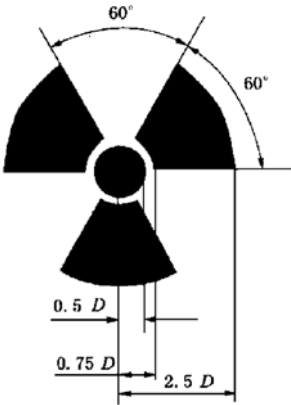


图 10-1 控制区和监督区划分示意图



a.电离辐射的标志



b.电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

三、辐射防护设施及措施

1、建筑实体屏蔽

根据建设单位提供的资料，本项目放射性药物暂存库均为封闭无窗的场所，四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙，顶板均为 200mm 厚混凝土（顶部仅检修人员可到达），地面为水泥硬化地面，并在地面上铺设易去污、可拆除更换的材料，无地下层，无需采取屏蔽措施，暂存库进出门为 8mmPb 铅防护门。

2、货包的固有安全性

(1) 货包多层包装

在出厂前，放射性药品生产厂家根据放射性核素的种类和活度，对放射性药物经过了多层包装，一般分为四层，分别为内容器、内层辅助包装、外容器、外层辅助包装，内容器如图所示。

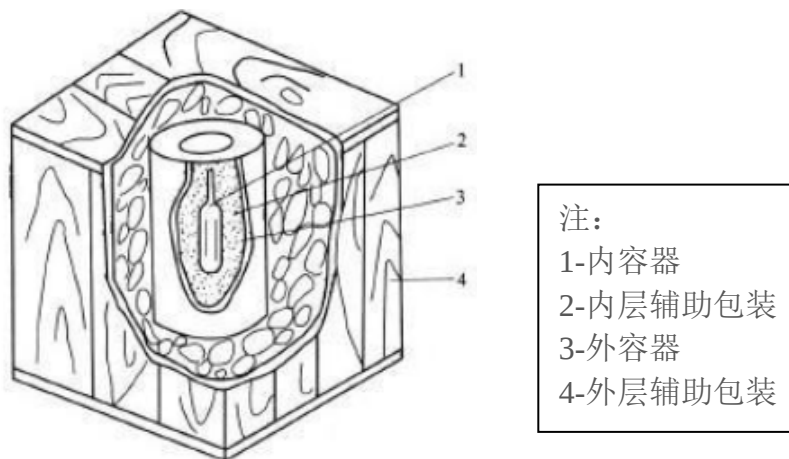


图 10-3 典型放射性物质包装示意图

内容器：用以盛装放射性物品用，并保证使其不漏，放射性同位素制剂如果是液体的，一般使用玻璃安瓿瓶或有金属封口的小玻璃瓶或磨口瓶。

内层辅助包装：是内容器的衬垫物，起防震作用，以免内容器与外容器互相碰撞。如果是液体物质，当内容器发生破裂时，它可以吸收液体，使其不致渗透外流。常用的衬垫材料包括纸、棉絮、海绵、泡沫塑料等。

外容器：即主要包装，用以屏蔽射线和保护内容器。不同类型射线的放射性物品，其外容器的材料也不相同：①主要产生 α 射线和 β 射线的药物，一般是用几毫米厚的塑料或金属铝制成，一般称这种外容器为塑料罐和铝罐，因为塑料或金属铝只要有几毫米厚就足以屏蔽 α 射线和 β 射线；②主要产生 γ 线的药物，一般是用厚度不等的铅、铁或铅铁组合制成的铅罐、铁罐或铅铁组合罐等。

外层辅助包装：用以保护外容器不受损伤和防止人员、放置场所、搬运工具或其他物品的污染。通常可用木箱、纸箱、铁筒、金属箱等。外包装可保持货包在储运过程中的稳定，不易倾倒。

根据建设单位反馈，本项目放射性药品经多层包装处理，放射性药品货包内容器破碎、倾倒，污染外层辅助包装的概率极低，即使发生上述事故，流出的极少量放射性药物液量立即用吸水纸和卫生棉等材料吸附去污后，即可消除，

不产生放射性废水。

（2）辐射剂量率限值

根据《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的要求，对于每一个Ⅰ级（白）货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平不超过 $5\mu\text{Sv/h}$ ，对于每一个Ⅱ级（黄）货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平不超过 $500\mu\text{Sv/h}$ ，对于每一个Ⅲ级（黄）货包或集合包装的外表面上任一点的最高辐射水平不超过 $2000\mu\text{Sv/h}$ ，货包外应有明显的标识牌（见图 10-4）；货包外表面发射体 β 表面沾污水平低于 4Bq/cm^2 ， α 表面沾污水平低于 0.4Bq/cm^2 ，能够满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中对放射性物质的运输要求。

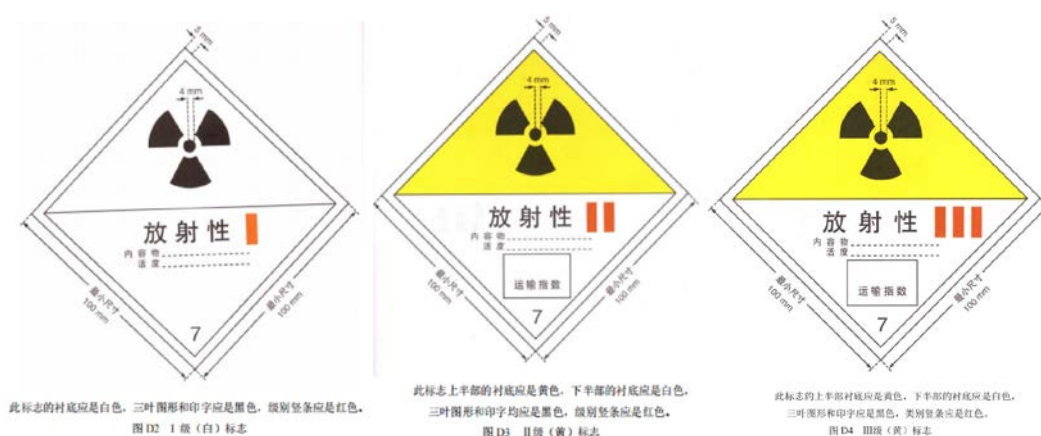


图 10-4 货包标识标牌的要求

3、辐射安全管理措施

（1）辐射工作人员辐射防护措施

辐射工作人员进行放射性药物卸货、转移和出入库操作等期间穿铅防护服和防护口罩等个人防护用品，不能在暂存场所内喝水和进食，以减少放射性表面沾污和吸入照射。项目拟配备铅防护服、橡皮手套和防护口罩若干。

（2）放射性工作场所的出入控制措施

①门禁系统

缓冲间进出门设置1套门禁系统，仅授权人员方可进入场所进行相关操作。

②双人双锁控制

放射性药物暂存工作场所进出门设置双人双锁，仅两人同时在场方可开启。

③检测管理

货物检测：入库药物在缓冲间进行表面沾污水平和X- γ 辐射剂量率水平检测，检测合格的再转运至暂存库内进行暂存。经监测不合格、货包信息缺失、不清晰

等的放射性药品，直接交由厂家进行退回处理，不在项目内暂存。

出库药物在缓冲间进行表面沾污水平与X- γ 辐射剂量率水平检测，检测合格的装车外运，不合格的进行擦拭去污达标后再装车外运。

人员检测：工作人员离开暂存库时，在缓冲间进行体表表面沾污水平检测，超标的脱去沾污衣物、手套或进行擦拭去污，体表表面沾污水平检测合格后方可离开辐射工作场所。

（3）台账管理

本项目拟制定放射性同位素台账管理制度，对放射性药物的入库、出库等信息进行完整记录并长期保存。项目安排专人进行台账管理，并定期进行台账核查，确保“物-账”统一。

放射性同位素台账管理制度应包括：放射性药物入库的信息记录（包括放射性药物货包核素种类、编码、货包等级、标识、数量、入库前货包检测剂量率水平数据等信息）、放射性药物的储存管理、专人负责、出库记录等。

（4）视频监控措施

本项目拟在暂存工作场所内设置1套视频监控探头，做到无死角监控，视频信息经光缆传输至东北侧消防监控室内。另外，本项目货厅及其门外，放射性核素暂存场所南侧墙外设置视频探头，对暂存场所四周和出入口进行监控。

（5）安保措施

本项目拟安排专职人员负责本项目放射性核素暂存场所安保工作，进行24小时连续值班（有放射性药物存放时，值班人员位于场所其他厂房东北侧消防监控室）。

（6）防火措施

放射性核素暂存场所及周边场所设计满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018年版）相关要求，设置火灾自动报警系统。暂存场所及周边场所内禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等物品，并在场所内人员易于接触的地方配备干粉灭火器。

（7）防渗措施

放射性核素暂存工作场所内设置易去污货架，地面均进行防渗处理，地面均采取易去污、可拆除更换的材料敷设，并保证其边缘高出地面约10cm，墙面与地面交接作圆角处理。

（8）警示标志

放射性核素暂存库、缓冲间及货厅进出门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

(9) 库房管理

本项目暂存场所投运前，重药控股（四川）有限公司应制定暂存库管理制度，另外，公司在运行期间通过采取以下措施控制货包暂存时间：①加强与购买单位的沟通联系，避免药物货包的非必要暂存；②对确有必要需临时暂存的货包，及时与购买方沟通，降低货包的暂存时间。

(10) “六防”管理措施

本项目暂存场所具有防水、防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的“六防”管控的效果。本项目暂存库六防措施见表10-2。

表 10-2 本项目拟采取“六防”措施情况一览表

措施类别	应对措施
防火	暂存库内拟安装烟雾报警装置，配备灭火器，不暂存易燃、易爆、腐蚀性物品，暂存库内暂存的放射性药品货包有多层包装，能够有效的防火。
防水	本项目无地下室，暂存库内无进水管道路，暂存库具有遮风挡雨的功能，不受雨水及地下水影响。
防盗、防丢失和防破坏	①本项目暂存场所周围日常有厂区的安保巡逻，防遭到破坏；②工作场所内设置有监控摄像头实行 24h 实时监控，公司专人值守，24 小时值班（有放射性药品暂存时）；③暂存场所外设置红外报警装置，有人员非法进入时将触发报警器发出报警；④暂存场所内不存放易燃、易爆、腐蚀性危险物品；⑤暂存场所拟采用双人双锁管控措施。
防泄漏	①本项目货包内放射性药品均购置于正规厂家，在出厂运输前均进行了辐射剂量检测，货包表面任意一点的辐射剂量率均能够满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）的相关要求；②由于漏射射线不易被觉察，本项目拟配备个人剂量报警仪和便携式辐射剂量监测仪，可以对辐射剂量进行随时监测；③拟在暂存库设固定式辐射剂量报警仪，发现辐射剂量超过设定阈值，立即报警。

建设单位还应该在以下几个方面进行加强：

①值守人员应认真履行岗位职责，严格执行交接班制度，并做好记录；加强夜间和节假日巡逻，做好防盗和防破坏措施；

②应制定暂存场所安全保卫制度，严防放射性药品损坏、丢失或恶意破坏等事件的发生；

③暂存场所视频监控装置，监视及回放图像应能清楚辨别人员的体貌特征；

④视频图像应实时记录，记录保存时间应不少于30天。当报警发生时，视频监控系统应能对报警现场进行图像复核，记录报警触发前图像信息，预录时间可

设定且不少于5s，视频监控系统应设置备用电源，断电时应保证对视频监控设备供电不少于1h。

建设单位在落实上述要求后，放射性药物货包发生水浸、着火、被盗、丢失、破坏、射线泄漏等情况时，能够立即发现，并及时得到处理。因此，本项目拟采取的实体保卫措施可靠性，能够确保放射性药物货包的暂存安全。

（11）其他

项目拟配备擦拭布若干、酒精（常备量10L）于缓冲间内，用于沾污货包外表面去污。

4、 α 、 β 表面污染防治措施

（1）放射性药物均有良好的外包装，出入库过程中妥善转移及暂存，轻拿轻放，防止容器损坏造成意外撒漏；

（2）对本项目工作人员进行岗前培训，参加辐射安全与防护知识的学习，并在通过生态环境主管部门举办的辐射防护与安全考核合格成绩单后，持证上岗；

（3）建设单位应制定严格的操作规程，工作人员应正确穿戴个人防护用品，如工作服、手套、铅衣等，防止对人员皮肤、肢体表面造成污染。

（4）建设单位拟在缓冲间内配备表面污染监测仪和便携式辐射剂量率仪，对工作人员相关监测仪表使用的培训，监测仪表定期进行校准。

（5）工作人员离开暂存库前，须仔细对工作服、鞋套、手套等进行表面污染监测，如存在污染，则按相关规程进行清洁去污。去污用品收集至专门收集桶内，控制区和监督区内表面污染水平应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求。

5、放射性药物销售、暂存过程防护措施

（1）本项目运输的放射性药品属于I级、II级、III级货包。公司代理销售的放射性药品均由放射性药品生产厂家使用专用容器（防震、防漏等）进行包装，装车前应对货包表面剂量率和表面污染监测，符合《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）要求的限值后才能发车运输。

（2）建设单位应建立放射性同位素销售台账，销售给客户时，建设单位应详细核对对方《辐射安全许可证》的有效性和合法性，购买单位拟购买的放射性药物种类和活度应在其《辐射安全许可证》的许可范围内。在销售过程中，公司

应按《辐射安全许可证》许可的种类和范围从事销售活动，并按销售台账记录表格进行记录，记载标记目标化合物的出库时间、名称、活度、类别、购销数量、采购商名称、采购商的《辐射安全许可证》编号、记录人、记录时间、审核人、审核日期等事项，接受生态环境主管部门的检查。

(3) 放射性药物生产单位一般直接发货到用户单位，因特殊原因需要在本项目暂存场所（中转）暂存，按照公司运行管理制度进行处理，并做好出入库台账登记。

(4) 接受运输委托的单位，应安排直接从事放射性物品运输的工作人员进行运输安全和应急响应知识的培训，并进行考核，考核不合格的，不得从事相关工作。

(5) 放射性药品出入库检测、登记过程中，应与放射性药品货包保持一定的距离，并严格控制近距离接触时间。

6、运输管理措施

建设单位在委托外包运输单位前，应对该单位的运输资质进行调查，在每次启运前，应对相应运输人员资格进行查验，不得委托无运输资质的单位和无资格的人员进行放射性药品的运输。

7、辐射工作场所的退役

本项目暂存库作其他用途使用前，建设单位应按照《核技术利用设施退役》（HAD401/14-2021）的要求实施场所退役活动，并根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，及时办理相应的退役环境影响评价手续，确保退役场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中限值要求，终态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 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的要求后，方可无限制开放使用。

四、本项目与标准规范的符合性分析

1、与《放射性药品管理办法》的符合性分析

根据《放射性药品管理办法》中“第三章 放射性药品的生产、经营和进出口”的相关规定，本项目实际建设情况进行了对照分析，具体如下：

表 10-3 本项目与放射性药品管理办法的相关要求对照分析表

序号	应具备的条件	落实情况	备注
1	开办放射性药品生产、经营企业，必须具备《中华人民共和国药品管理法》规定的条件，符合国家有关放射性同位素安全和防护的规定与标准，并履行环境影响评价文件的审批手续	正在落实	本项目所在单位拟销售（含暂存）放射性药物，正在办理环境影响评价
2	开办放射性药品经营企业，经所在省、自治区、直辖市药品监督管理部门审核并征求所在省、自治区、直辖市国防科技工业主管部门意见后批准的，由所在省、自治区、直辖市药品监督管理部门发给《放射性药品经营企业许可证》。无许可证的生产、经营企业，一律不准生产、销售放射性药品。	正在落实	在取得本项目环评批复文件和取得辐射安全许可证后，满足办理条件
3	放射性药品生产、经营企业，必须配备与生产、经营放射性药品相适应的专业技术人员，具有安全、防护和废气、废物、废水处理等设施，并建立严格的质量管理制度。	计划配备	拟配备专业技术人员、相关辐射防护和“三废”处理设施，并建立相关规章制度
4	放射性药品生产、经营企业，必须建立质量检验机构，严格实行生产全过程的质量控制和检验。	计划建立	拟配置质量负责人，对进出口货包质量进行负责
5	放射性药品的生产、经营单位和医疗机构凭省、自治区、直辖市药品监督管理部门发给的《放射性药品生产企业许可证》、《放射性药品经营企业许可证》，医疗机构凭省、自治区、直辖市药品监督管理部门发给的《放射性药品使用许可证》，开展放射性药品的购销活动。	正在落实	未取得《放射性药品经营企业许可证》前，不得开展放射性药品的购销活动；且不得对未取得使用对应核素的《辐射安全许可证》、《放射性药品使用许可证》的单位和个人提供放射性药品。

由上表可知，建设单位在按照上述要求进行落实后，能够满足《放射性药品管理办法》中关于经营（销售）的相关规定。

2、与放射性药品经营质量管理实施细则的符合性分析

本项目为放射性药品经营过程中的暂存场所，根据重庆市药品监督管理局、四川省药品监督管理局《关于印发放射性药品经营质量管理实施细则的通知》（渝药监〔2023〕16号）中的相关要求，对建设单位实际建设情况进行了对照分析，具体如下表所示。

表 10-4 本项目与放射性药品经营质量管理实施细则的相关要求对照分析表

序号	分类	应具备的条件	落实情况	是否满足
1	企业	企业应当具有与放射性药品经营范围、经营规模相适应的经营场所和库房	已设计放射性药物暂存工作场所	满足
2	要求	工作区域应有明显的放射性标志并按要求对设施设备开展验证和校准。	拟配置	落实后满足

3	暂存库的要求	储存在放射性药品应设立专库，使用面积不得少于40平方米且应符合放射性物品安全、环保相关防护要求	暂存库使用面积为45.03m ² ，且拟设置符合放射性物品安全、环保相关防护要求的相应防护措施	满足
4		暂存库内外环境整洁，无污染源，库区地面硬化	已设计	满足
5		暂存库内墙、顶光洁，地面平整，门窗结构严密	已设计	满足
6		放射性工作区与非放射性工作区应有效隔离，确保非放射性工作区无核辐射风险，并有明确的分区标识	已设计	满足
7		暂存库有可靠的安全防护措施和放射性物品防护措施，能够对无关人员进入实行可控管理，防止放射性药品被盗、替换、混入假药	暂存库四周设计了屏蔽防护，拟配置视频监控、有放射性药物暂存时拟安排人员24h值守，拟设置双人双锁管理	落实后满足
8		有防止室外装卸、搬运、接收、发运等作业受异常天气影响的措施	装卸货物的货厅外设置了雨棚，能够应对异常天气	满足
9	设备设施	有特殊温控要求的放射性药品的，还应按《药品经营质量管理规范》规定配备符合要求的专库或专柜。	/	/
10		放射性药品与地面之间有效隔离的设备	拟购置易去污货架	落实后满足
11		防辐射、避光、通风、防潮、防虫、防鼠等设备	拟配备	落实后满足
12		有效调控温湿度及室内外空气交换的设备	拟配备	落实后满足
13		自动监测、记录库房温湿度的设备	拟配备	落实后满足
14		符合储存作业要求的照明设备	拟配备	落实后满足
15		辐照计量监控设备，放射性工作区应配备相关辐射防护设备	拟配备	落实后满足
16		包装物料的存放场所	已设计	满足
17		验收、发货的专用场所	已设计	满足
18		不合格、退货或召回的放射性药品隔离存放的专用存放场所	不合格品直接交由厂家退回处理，项目内不暂存	满足
19		有特殊温控要求的放射性药品应当配备符合其要求的设施设备	/	/

由上表可知，建设单位在按照上述要求进行落实后，本项目暂存库能够满足《放射性药品经营质量管理实施细则》中关于暂存库的相关要求。建设单位除应按照上述要求落实外，还应该严格遵守《放射性药品经营质量管理实施细则》

和《放射性药品管理办法》中的其他要求。

五、辐射安全防护设施对照分析

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号），本项目为乙级非密封放射性物质工作场所，本项目辐射安全防护设备对照分析如下。

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	应具备的条件	落实情况	备注
场所设施	工作场所功能、设置及分区布局	已设计	/
	场所分区的管控措施及标识	拟配备	双人双锁
	电离辐射警示标志	拟配备	/
	卫生通过间	已设计	缓冲间
	通风系统完整性及效能	拟配备	独立的排风系统
	屏蔽防护设施	已设计	有工作场所墙体、门等
	防止放射性液体操作造成污染措施	/	仅提供货包暂存，不进行其他操作
	火灾报警仪	拟配备	烟雾报警器
	安保设施	已设计	红外报警装置、视频监控
	放射性固体废物收集容器和放射性标识	拟配备	放射性废物铅桶
监测设备	人员出口污染监测仪	拟配备	表面污染监测仪
	便携式X-γ辐射监测仪	拟配备	/
	个人剂量计	拟配备	/
	个人剂量报警仪	拟配备	/
	固定式辐射剂量报警仪	拟配备	/
防护用品	个人辐射防护用品	拟配备	/
应急物资	放射性表面去污用品和试剂	拟配备	/
	合适的灭火器材	拟配备	灭火器

三废治理

一、非放射性废物

本项目运营期间产生的非放射性废物主要为噪声、工作人员生活污水和生活垃圾。

1、废水

项目产生的废水主要为生活污水，依托厂区污水处理设施处理后排入市政污水管网，最终经成都市第五再生水厂处理达标后排入黄堰河。

2、噪声

项目运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，拟采购低噪节能排风机，噪声源强一般低于 60dB(A)。

3、固体废物

本项目产生的非放射性固体废物主要为生活垃圾，经收集后交由市政环卫部门统一清运。

二、放射性废物

1、放射性废气和放射性废水

本项目拟建放射性药品暂存场所主要用于放药临时暂存，暂存期间不进行打开包装作业。因此，项目不涉及放射性废气和放射性废水产生。

2、放射性固废

项目运营期间产生放射性固废主要为去污废物，年产生量约 1.1kg，本项目暂存库内拟配置 2 个 10L 铅桶（均为 2mmPb），放射性固废采用铅桶收集，外运处置前进行检测。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，作为一般废物交环卫部门处置，不合格的交有资质单位处置。

此外，建设单位在运营期还应采取以下措施：①放射性废物每袋重量不超过 20kg，产生的去污废物应及时收集；②放射性核素暂存场所内及周边区域不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品；③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、 β 和 γ 发射体及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；④废物桶（铅桶）外表面应粘贴标签注明废物类别、储存时间、核素类别等。

三、环保投资

本项目环保投资估算见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资估算一览表

辐射安全防护设施		数量(套/个)	投资金额 (万元)
实体防护	放射性药物暂存库屏蔽墙体、暂存库防护铅门 (8mmPb)、防渗地面等	1 间	10.0
场所设施	表面易于去污的货架	若干	0.2
	排风系统	1 套	1.2
	电离辐射警示标识	若干	0.1
	监督区、控制区标识	若干	0.1
	人流、物流路径标识	若干	0.1
	监控系统	1 套	2.0
	红外报警系统	1 套	1.0
	烟雾报警器	1 套	0.3
监测设备	固定式辐射剂量率报警仪	1 套	2.0
	表面污染监测仪	1 台	1.0
	个人剂量率报警仪	3 台	1.5
	便携式X-γ辐射监测仪	1 套	2.0
	个人剂量计	3 套	0.6
个人防护用品	铅防护衣	3套	0.6
	口罩、工作服、手套、鞋套等	若干	0.3
应急物资	放射性表面去污用品和试剂	若干	1.0
	放射性废物铅桶 (2mmPb)	2 个	0.4
	灭火器材	若干	1.2
合计			25.6

本项目总投资 100 万元，环保投资 25.6 万元，占总投资的 25.6%。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

根据现场踏勘，本项目在已建空置厂房内进行建设，本次为空置厂房的防护改造和装修装饰。施工期主要污染物包括：施工废气、施工废水、噪声及废弃的装修材料等。

一、大气环境影响分析

由于本项目施工期工程量较小，主要为防护改造和装修装饰，故产生扬尘量较小。建设单位通过加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑原料或建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。经采取上述措施后，项目对周边大气环境影响较小。

装修过程中产生的废气污染物相对较少，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，可将装修废气的影响降至最低，装修废气不会对周围环境产生大的影响。

项目施工过程中施工单位需严格落实《成都市建设施工现场管理条例》和《成都市建设工地扬尘治理“十必须、十不准”的通知》对施工现场的管理要求，并全面督查建设工地现场管理“十必须”、“十不准”执行情况；严格落实《成都市 2024 年大气污染防治工作行动方案》对施工机械和运输车辆的管理要求；根据《成都市人民政府办公厅关于印发<成都市重污染天气应急预案（2024 年修订）>的通知》（成办发〔2024〕37 号），落实重污染天气状况下的应急措施要求。

二、声环境影响分析

房间改造及装修过程会产生一定噪声，针对噪声影响，本项目拟采取《低噪声施工设备指导名录》（2024 年版）中低噪音设备、避免夜间施工、注意对施工设备的维修、保养以使各种施工机械保持良好的运行状态等措施，可大大降低本项目噪声对周围的影响，影响也是可以接受的，且施工期只在短时期对局部环境造成影响，待施工结束后这些影响也随着消失，施工期噪声对周围声环境不会造成明显影响。

三、水环境影响分析

本项目施工期间，施工人员生活会排放一定量的生活污水，可依托厂区污水收集系统收集处理后纳入市政污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

四、固体废物

固体废弃物主要是生活垃圾及建筑垃圾。

①生活垃圾

施工期生活垃圾产生量较小，生活垃圾依托厂区生活垃圾回收系统收集处理，对环境的影响较小。

②建筑垃圾

产生的废弃物如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等应妥善保管，及时回收处理；对于不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送当地指定的建筑垃圾堆放场。

本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

重药控股（四川）有限公司拟在本项目暂存库内暂存放射性核素药品共计23种，单日最多暂存12个货包，其中放射性药物暂存库内单日暂存（中转）货包I级（白）最多7个、II级（黄）最多4个、III级（黄）最多1个。

根据工程分析章节，本项目辐射环境影响因子为 α 射线、 β 射线、 γ 射线、 α/β 表面污染、韧致辐射。其中 α 、 β 射线、韧致辐射影响小，货包运输及暂存中一般不存在 α 、 β 表面污染。因此本项目主要考虑放射性药物产生的 γ 射线的辐射环境影响。

1、 γ 射线的辐射环境影响

（1）源强分析

根据暂存工作场所设计方案，暂存库仅存放满足I级（白）水平、II级（黄）、III级（黄）要求的放射性药物货包，《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）中货包的包装分级，详见表 11-1。

表 11-1 货包包装的分级

条件		分级
运输指数(TI)	外表面上任一点的最大辐射水平 H (mSv/h)	
0 ^a	$H \leq 0.005$	I级（白）
$0 < TI \leq 1^a$	$0.005 < H \leq 0.5$	II级（黄）

$1 < TI \leq 10$	$0.5 < H \leq 2$	III级（黄）
$10 \leq TI$	$2 < H \leq 10$	III级（黄） ^b
a.若测的 TI 值不大于 0.05，此数值可取为零； b.除集合包装以外，需按独家使用方式运输。		

本次将 12 个货包全部存放于暂存库内进行计算，货包存放时，所有货包近似考虑为一个辐射源，保守考虑该辐射源在库房内距离四周墙体最近距离为 1m。

根据表 9-1，将摆放在暂存区所有货包辐射剂量率进行叠加，近似考虑为一个点源，放射性药物货包外表面 1m 处最大辐射剂量率为 $10.09\mu\text{Sv/h}$ 。本项目暂存库仅存满足 I 级（白）水平、II 级（黄）和 III 级（黄）要求的货包，即 III 级（黄）外表面辐射剂量率最大值不超过 $2000\mu\text{Sv/h}$ ，II 级（黄）货包要求放射性药物货包外表面辐射剂量率最大值不超过 $500\mu\text{Sv/h}$ ，I 级（白）货包外表面辐射剂量率最大值不超过 $5\mu\text{Sv/h}$ 。将货包作为一个点源考虑，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律，计算可得关注点与货包不同距离的辐射剂量率。

表 11-2 关注点与货包表面不同距离的辐射剂量率

项目	保护目标与货包表面的距离						备注
	5cm (单个货包)	0.3m	0.5m	1m	1.5m	2.0m	
辐射剂量率 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	5	9.72E-01	0.35	8.75E-02	3.89E-02	2.19E-02	7 个 I 级货包
	500	5.56E+01	20	5.0	2.22	1.25	4 个 II 级货包
	2000	5.56E+01	20	5.0	2.22	1.25	1 个 III 级货包
日最大货包 量总辐射剂 量率水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	/	112.08	40.35	10.09	4.48	2.52	/

注：I 级货包单日最大暂存数量为 7 个，II 级货包单日最大暂存数量为 4 个，III 级货包单日最大暂存数量为 1 个。

（2）本项目暂存库外最近关注点处辐射剂量率

本项目暂存库拟暂存放放射性核素药品共计 23 种，根据各核素衰变特性，结合货包等级，本次预测选用具有易挥发特性的核素 ^{131}I 进行保守预测分析。参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中附录 I 中表 1-1 可知，对 ^{131}I 核素而言，普通砖（密度为 1.65g/cm^3 ）的十分之一值层厚度为 240mm，混凝土（密度为 2.35g/cm^3 ）的十分之一值层厚度为 170mm，铅（密度为 11.3g/cm^3 ）的十分之一值层厚度为 11mm。

①关注点的位置

根据本项目工作场所暂存情况，本次预测在暂存场所墙体外共布置了 7 个预测点位，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离暂存库最近关注点可以代表最大可能辐射影响，预测点位见下图。

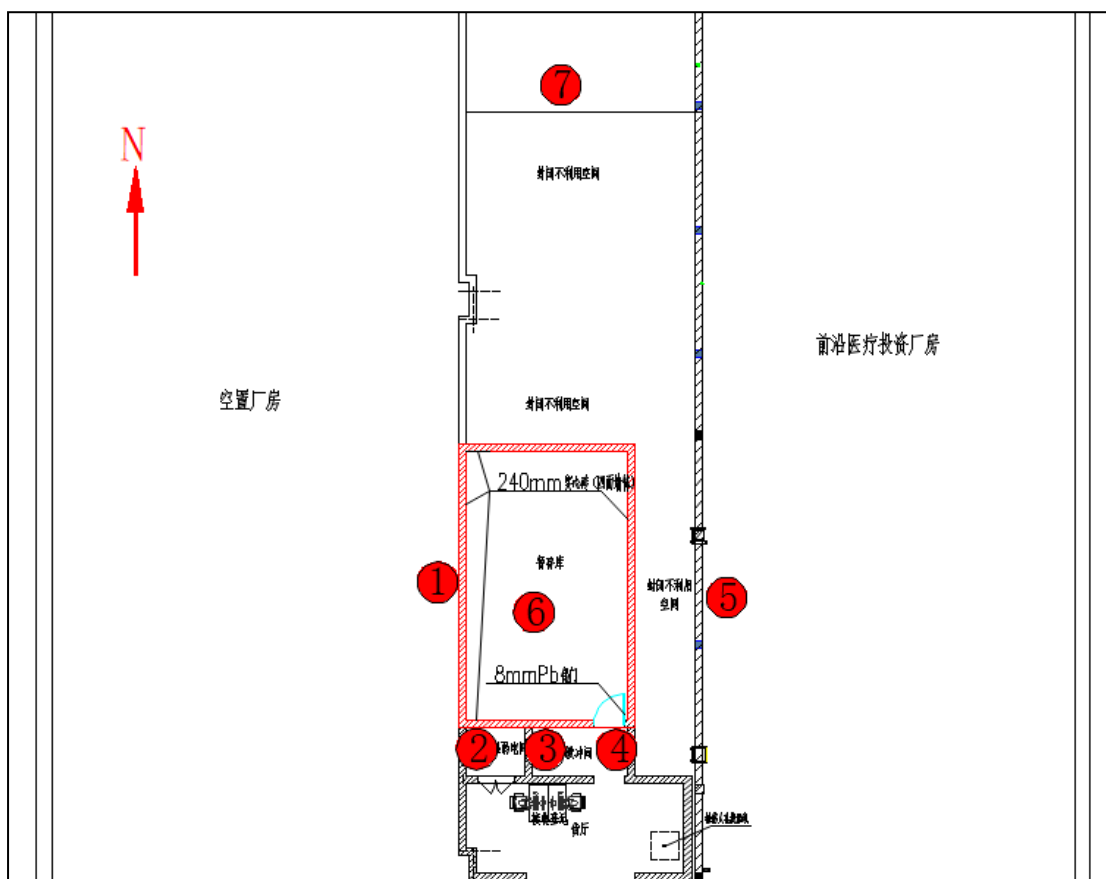


图 11-1 本项目关注点布点预测示意图

②关注点处辐射剂量率计算

本项目保守考虑，按一天最大暂存量 12 个货包全部存放于暂存库内时进行预测。根据上述分析，已知暂存库内放射性药物货包表面 1m 处总辐射剂量率为 10.09μSv/h，屏蔽体外关注点处的辐射剂量率可通过下式进行计算。

$$K = \frac{K_0 \times d_0^2}{d_1^2} \times 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-1)}$$

式中：

K_0 ——辐射源体外 d_0 处的空气比释动能率，10.09μSv/h；

d_0 ——空气比释动能率为 K_0 时，所处距离辐射源外表面 1m；

d_1 ——屏蔽体外关注点到货包外表面的直线距离，m；

X ——屏蔽体的屏蔽厚度，mm；

TVL ——屏蔽体的对于某一能量的 γ 射线的什值层厚度，mm。

将相关参数代入上式可得到暂存库四周各关注点处的辐射剂量率，计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目暂存库外最近关注点处辐射剂量率预测

序号	关注点位描述	辐射源与关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	什值层厚度 (mm)	最大辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	暂存库西侧墙体外 30cm 处空置厂房	1.54	240mm 实心砖墙	240mm	0.43	2.5	/
2	暂存库南侧墙体外 30cm 处强弱电间	1.54	240mm 实心砖墙	240mm	0.43	2.5	/
3	暂存库南侧墙体外 30cm 处缓冲间	1.54	240mm 实心砖墙	240mm	0.43	2.5	/
4	暂存库南侧缓冲间铅门外	1.54	8mmPb 铅门	11mm	0.80	2.5	/
5	暂存库东侧墙体外 2.2m 处其他厂房	3.44	240mm 实心砖墙	240mm	0.09	10	/
6	暂存库楼上顶板墙体外 30cm 处风机房	2.9	200mm 混凝土	170mm	0.08	10	仅检修人员上去
7	暂存库北侧墙体外 23m 处其他厂房	24.24	240mm 实心砖墙	240mm	1.14E-03	10	/

注：货包存放于暂存库内时，所有货包近似考虑为一个辐射源，保守考虑该辐射源在库房内距离四周墙体最近距离为 1m，则 1#~4#关注点距离辐射源距离按 1.54 (1m+0.24m+0.3m) 计算；暂存库东侧、北侧为封闭空间，东侧、北侧其他厂房距离按实际距离计算，东侧与辐射源为 3.44m (2.2m+1m+0.24m)，北侧与辐射源为 24.24m (23m+1m+0.24m)，剂量率控制水平按 $10\mu\text{Sv/h}$ 考虑；顶板墙体外距离按货包 (高度 1m) 至顶板实际距离 (3.6m-1m+0.3m) 计算；

由上表可知，本项目工作场所周围关注点处辐射剂量率最大为 $0.80\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足 HJ1188-2021 中规定的距工作场所控制区墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$ 的规定。

(3) 保护目标年最大有效剂量

根据建设单位提供资料，当放射性药物到达后，由本项目工作人员使用叉车将货物卸至手推车上后拖至缓冲间，手推车用于货厅与缓冲间及暂存库之间的运输，本项目工作人员将放射性药物货包放到拖板车的货架上，再拖入暂存库对应

位置。搬运期间拖板车距离人体约 0.5m，保守按照所有货包一起放在拖板车运送。

本项目拟配 3 名辐射工作人员：1 名项目管理人员、2 名库房工作人员，辐射工作人员工作负荷见下表。

表 11-4 本项目周围保护目标受到年照射时间

人员类型	配置人数	工作内容	进出区域	最大工作时间	年最大工作时间
暂存库工作人员	2	货包质量检查、登记、出入库拖运	缓冲间	I 级货包：每个货包出入库检查、出入库拖运保守按照最多 1min，日最大出入库货包 7 个，年暂存时间最大为 100 天	11.67h
				II 级货包：每个货包出入库检查、出入库拖运保守按照最多 1min，日最大出入库货包 4 个，年暂存时间最大为 100 天	6.67h
				III 级货包：每个货包出入库检查、出入库拖运保守按照最多 1min，日最大出入库货包 1 个，年暂存时间最大为 100 天	1.67h
		货包搬运	缓冲间、暂存库	I 级货包：每个货包人工搬运时间最多 5s，日最大出入库货包 7 个，年暂存时间最大为 100 天	0.97h
				II 级货包：每个货包人工搬运时间最多 5s，日最大出入库货包 4 个，年暂存时间最大为 100 天	0.56h
				III 级货包：每个货包人工搬运时间最多 5s，日最大出入库货包 1 个，年暂存时间最大为 100 天	0.14h
		不间断监控	监控室	24h 不间断监控，年暂存时间最大为 100 天	2400h
辐射管理人员	1	日常监督检查	本项目暂存库内	日常巡检保守按每日 1min 进行估算，年暂存时间最大为 100 天	1.67h
			本项目暂存场所周围	日常巡检保守按每日 10min 进行估算，年暂存时间最大为 100 天	16.67h
周围公众	/	厂区其他工作人员	其他区域	保守按照放药年最大暂存时间为 100 天，每天工作 8 小时	800h

本项目工作人员和周围公众的年有效剂量由下式计算：

$$D_{Ef} = Dr \times t \times T \times U \dots\dots\dots (式 11-2)$$

式中：

D_{Ef} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

Dr ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间, h;

T ——居留因子;

U ——使用因子, 放射性药品以点源考虑, U 取 1。

根据表 11-3 预测结果, 结合表 11-4 计算得出的本项目最近保护目标年工作负荷, 代入公式 11-2 可得到本项目保护目标年最大受照剂量, 结果见下表。

表 11-5 本项目周围保护目标年最大受照剂量

序号	关注点位描述	主要保护目标		最大辐射剂量率 (μSv/h)	年最大工作时间 (h)	居留因子	年最大受照剂量 (mSv)	剂量叠加(mSv)	照射类型	
1	货包表面	暂存库2	I级货包搬运	5	0.97	1	0.56	0.63	职业	
			II级货包搬运	500	0.56	1				
			III级货包搬运	2000	0.14	1				
2	距离货包0.5m处	名工作人员	I级货包质量检查、拖运	0.05	11.67	1	0.07			
			II级货包质量检查、拖运	5	6.67	1				
			III级货包质量检查、拖运	20	1.67	1				
3	距离货包1m处	暂存库1名管理员	本项目暂存场所内日常监督检查 ^①	I级货包检查	0.0875	1.67	0.02	0.03		
				II级货包检查	5.0	1.67				
				III级货包检查	5.0	1.67				
4	本项目暂存场所周围		日常巡检 ^②		0.80	16.67	1			1.33×10 ⁻²
5	暂存场所东侧	其它公司厂房内公众			0.09	800	1/4	1.80E-02	/	公众
6	暂存场所南侧	强弱电间检修公众			0.43	800	1/16	2.15E-02	/	
7	暂存场所西侧	其它空置厂房			0.43	800	1/4	8.60E-02	/	
8	暂存场所北侧	其它公司厂房内公众			1.14E-03	800	1/4	2.28E-04	/	
8	暂存库上方	风机房内检修人员			0.08	800	1/16	4.00E-03	/	

注: ①本项目暂存库内日常监督检查剂量按 I、II、III 级货包堆存后 1m 处总剂量核算; ②

日常巡检的剂量按暂存库墙体外关注点最大剂量率核算；③本项目有货包暂存时，值班人员位于东北侧 25m 处监控室，经其它厂房建筑物的屏蔽后，人员所受年剂量可忽略不计，故本次不再核算。

由上表计算可知，本项目暂存库工作人员（为 2 人同时操作，不分摊时间）年最大受照剂量为 0.63mSv/a，暂存库管理员年最大受照剂量为 0.03mSv/a，本项目周围公众年最大受照剂量为 0.086mSv/a，分别满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“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”的规定；也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离本项目最近的预测关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在实际工作中，建设单位暂存的放射性药品单个货包表面辐射剂量率均低于预测分析剂量率，且一般情况下，代理销售的放射性药物正常情况下直接由有资质单位运输至使用单位，特殊情况（如交通管制、使用单位无法接收）则暂存在本项目拟建的放射性药物暂存库，实际暂存量也小于预测分析暂存量。暂存库内的货包产生的 γ 射线经墙体、距离衰减后，周围保护目标受照剂量远低于预测剂量，对本项目周围公众影响更小。

2、 β 射线的辐射影响分析

因 β 射线穿透力较小，本项目放射性核素均处于货包内，货包经多层包装包裹后，本项目核素产生的 β 射线造成的外照射可以忽略不计。

二、水环境影响分析

放射药物暂存库无放射性废水产生，本项目产生的废水主要为生活污水，依托厂区污水处理设施处理后排入市政污水管网，进入成都市第五再生水厂处理达标后排入黄堰河。

三、固体废物环境影响分析

本项目产生的固体废物主要为生活垃圾和少量放射性固体废物。本项目工作人员产生的生活垃圾经收集后，交由环卫部门统一清运。本项目可能产生少量去污放射性固体废物，放射性固体废物在暂存库放射性固体废物铅桶内进行暂存，经监测达标（辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm²）后，作为一般固体废物进行处置，不符合排放标准的委托有资质的单位处理。通过以上措施，本项目产生的固体废物得以妥善处置，

对周围环境影响较小。

四、大气环境影响

本项目货包内的放射性药品有严密的包装，正常情况下不会挥发出含放射性核素气溶胶。

五、声环境影响分析

本项目运行过程中产生的噪声设施主要为排风机等，建设单位所有设备选用低噪声设备，噪声源强不超过 60dB（A），通过建筑隔声及距离衰减后，项目运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

事故影响分析

一、环境风险评价的目的

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

二、风险识别

1、放射性药物货包丢失、被盗，可能使放射性药物撒漏释放到环境中，从而造成人员的外照射；

2、对暂存库管理不到位，无关人员进入放暂存库而受到不必要的外照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目放射性药品对周围环境的影响主要为 β 、 γ 射线。由于 β 辐射在空气中射程较短，易于防护，故本项目可能发生的风险事件中，其风险因子为 γ 射线。根据前文分析，对可能发生的事故选取 ^{131}I 核素药物，在发生放射性药品丢失、被盗、撒漏等情况下，对周围环境和保护目标的影响。

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 11-6。

表 11-6 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级表

事故等级	事故类型
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。

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 11-7。

表 11-7 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
	急重度	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
	急重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	100Gy

四、最大可能性事故后果计算

1、货包丢失、被盗

①事故情景假设

本项目放射性药物Ⅲ级（黄）货包丢失、被盗，假设事故持续过程中货包按点源考虑，受照人员不考虑任何屏蔽措施，事故持续最长时间为1.5h。

②计算结果

根据本项目事故情景假设条件，结合《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），距货包0.3m~2.0m范围内，不同事故持续时段的人员受到的有效剂量，计算结果见表11-8。

表 11-8 放射性药物货包丢失、被盗事故下不同持续时间不同距离处所致人员有效剂量分布

货包等级	时间 与货包距离	各事故持续时间段 γ 射线所致辐射有效剂量分布（mSv）			
		10min	30min	60min	90min
Ⅲ级	0.3m	9.26E-03	2.78E-02	5.56E-02	8.33E-02
	0.5m	3.33E-03	1.00E-02	2.00E-02	3.00E-02
	1m	8.33E-04	2.50E-03	5.00E-03	7.50E-03
	1.5m	3.70E-04	1.11E-03	2.22E-03	3.33E-03
	2.0m	2.08E-04	6.25E-04	1.25E-03	1.88E-03

③事故后果

根据计算结果，随着时间的推移，本项目放射性药物货包丢失、被盗造成外照射最大 $8.33 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。

2、放射性药物被盗、撒漏

装车或搬移过程中，货包内放射性药物被盗并且撒漏的情况下，对保护目标和周围环境的影响主要为 γ 射线外照射、内照射和表面污染。

(1) γ 射线外照射

①事故情景假设

本项目放射性药物 ^{131}I 货包内的放射性药物被盗、撒漏，发生事故时放射性核素的活度为 $2.96 \times 10^{11} \text{Bq}$ 。假设事故持续过程中按点源考虑，受照人员不考虑任何屏蔽措施，事故持续最长时间为2h。

②计算方法

根据《辐射防护导论》(方杰主编)P76“ γ 点源空气比释动能率计算公式”，计算 γ 射线点源在离该点源 r (m) 处的无屏蔽体情况下，关注点的空气比释动能率 K ：

$$K = \frac{A \cdot \Gamma_k}{r^2} \dots\dots\dots \text{(式11-3)}$$

式中：

K —无屏蔽防护时，参考点的空气比释动能率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A —放射性活度， $2.96 \times 10^5 \text{MBq}$ ；

Γ_k —周围剂量当量率常数，单位为微希沃特平方米每兆贝可每小时 $[0.0595 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \text{ (/ MBq} \cdot \text{h)}]$ ；

r —关注点与放射源的距离，m。

③计算结果

根据事故情景假设条件计算得出，距源0.3m~2.0m范围内，不同事故持续时段的个人有效剂量，计算结果见表11-9。

表 11-9 货包内放射性药物撒漏不同持续时间不同距离所致人员有效剂量分布

核素	时间 与源距离	各事故持续时间段 γ 射线所致辐射有效剂量分布 (mSv)				
		10min	30min	60min	90min	120min
^{131}I	0.3m	3.27E+01	9.78E+01	1.80	2.94E+02	3.91E+02

	0.5m	1.18E+01	3.52E+01	2.99	1.06E+02	1.41E+02
	1m	2.94	8.81	5.99	2.64E+01	3.52E+01
	1.5m	1.31	3.91	8.98	1.17E+01	1.57E+01
	2.0m	7.35E-01	2.20	1.20E+01	6.60	8.81

(2) 表面污染

在货包搬运/移动过程中，因违规操作可能会引起货包外表面、货架、墙壁、地面、工作服、手套等发生放射性表面沾污，发生此类事件后，立即采用吸水纸或者卫生棉等擦拭。由于 β 射线能量低，只要采用相应的防护措施进行去污，经过监测能够满足相关标准要求，可以继续使用。建设单位应配备相应的检测仪器，对受污染的工作服、货架、设备、墙壁、地面等应采取适当的去污措施，经监测其表面污染水平不超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作场所的表面污染控制水平的情况下，对周围环境的影响较小。

(3) 事故后果

综上所述，随着时间的推移，本项目放射性药物货包内的放射性药物丢失、撒漏造成外照射最大391mSv。

3、无关人员误闯入

①事故情景假设

假设在出入库过程中，放射性药物暂存库防盗门开启状态，缓冲间内无人员值守，公众人员误入放射性药物暂存库，事故持续最长时间为15min。

②事故后果

根据本项目事故情景假设条件，保守按照1m处辐射剂量率为10.09 μ Sv/h进行考虑，则误入公众单次受到外照射 2.52×10^{-3} mSv。

4、小结

综上所述，本项目一旦发生事故，对人员可能造成的外照射最大剂量为391mSv，根据表 11-7，不会造成急性放射性病，为一般辐射事故。

五、事故防范措施

根据上述分析，本项目最大的风险影响因子为人员外照射和表面污染，建设单位针对可能发生的情景拟采取以下措施进行防范：

本项目发生辐射事故的原因主要是管理上出现问题，辐射工作人员只要严格执行各项管理制度，严格遵守放射性药物出入库管理制度，落实放射性药物货包入库前辐射监测的要求，确保货包无破损、发生泼洒等情况，定期检查暂存库的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的辐射安全警示标志，避免无关人员误入暂存库，就能有效避免事故的发生。主要可能发生的事故防范措施：

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

应对措施：建设单位拟在放射性物质的入库、储存和出库等环节有详细的程序和记录，暂存库实行双人双锁、红外报警、24 小时连续视频监控、货包进出库台账专人专管等措施，切实做好防火防盗，以此避免此类事故的发生。

②放射性物质货包内的放射性药品容器倾倒/破碎，造成放射性物质撒漏，货包外包装、运输车辆、暂存库地面及货架污染。

应对措施：发现此类情况后立即穿戴个人防护用品后，对工作场所内地面及货架等采取吸水纸巾、卫生棉等进行吸附去污。建设单位应委托有资质单位专车运输、专人押运，按照《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）要求转运放射性物质至暂存库。运输人员搬运过程中应对放射性药物货包轻拿轻放，装车时将货包按照货包标识的方向放在铅箱内，并将铅箱用链条锁固定在车内。押运人员全程监护货包，避免货包发生倾倒情况。押运人员及运输司机每年应接受放射源安全的相关培训。放射性药物货包抵达暂存库后，运输单位/送源人与公司需确认放射性药物货包编码、状态、标识等信息，确认完整无误后交接入库，交接时建设单位暂存库管理员和本项目管理人员同时在场，并在出入库登记表单上签字确认。通过以上措施处理后，能够避免此类事故的发生。

③对暂存库管理不到位，无关人员进入放暂存库而受到不必要的外照射。

应对措施：建设单位应制定完善的暂存库管理规定，实行双人双锁管理，并在暂存库内安装监控设施，由此可最大程度避免发生辐射事故。针对上述可能发生的辐射事故，建设单位应积极采取辐射事故预防措施，防患于未然，定时核查暂存库监控记录，定时对暂存库周边进行巡逻，暂存库外围张贴相关文字和告示，告知风险情况。

六、应急处理措施

本项目最大可能发生的事件为放射性药物货包放射性物质泄漏，一旦发生此类事故，建设单位应采取以下措施：

①如发生放射性药物货包放射性物质泄漏，应立即打开排风机，并封锁现场，做好警示标识；

②立即启动辐射应急预案。发生辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组，同时在事故发生后的2小时内报告生态环境主管部门和公安部门；

③确定发生污染的货包中放射性核素药品核素名称、出厂活度、数量、污染程度等，并对货包污染面采取合适的措施进行去污处理；

④协调放药生产厂家重新发货，可能产生的放射性固体废物采用专用塑料袋分类收集后封闭暂存于放射性废物桶内，经监测符合排放标准的作为一般固废处理，不符合排放标准的委托有资质的单位处理。

七、事故综合防范应对措施

建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免本项目无关人员滞留和误入事故发生；定期检查暂存库的红外报警装置、视频监控等辐射安全设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当意外情况发生时，应当立即启动应急程序，对于可能发生的各种事故情况，建设单位方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在辐射安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立辐射安全管理领导机构，组织管理暂存库的安全工作。

②加强人员的培训考核，考试（核）合格、持证上岗。

③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④制定辐射事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《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，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。

建设单位目前已成立了“辐射安全与环境保护领导小组”，设立了专职辐射安全负责人与辐射安全小组，辐射安全小组职责主要为：①起草和修订辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施；②负责放射工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；③负责公司辐射安全自检工作，对自检结果作出评价，提出解决方案；④定期对公司同位素进口、转让审批台账情况进行检查，确保对每个客户的药品销售均有同位素转让审批并在有效期内，否则不得销售；⑤负责进行辐射安全年度评估的申请工作并协助相关部门进行年度评估，负责对评估报告按要求进行备案；⑥负责对放射性物质的运输等工作进行安全监督、检查；⑦定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全管理领导小组人员设置表

职务	人员
辐射安全主要责任人	刘建
专职辐射安全负责人	邱昂瑞
成员	王磊、田萍、王晓军、刘静、刘鹤龄、杨洁、龚尚锋、和艳、文洪斌

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目拟设置 3 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。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，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全

与防护培训平台’报名并参加考核”，考核合格后上岗。

辐射安全管理规章制度

一、档案管理分类

根据《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》（川环函[2016]1400号），核技术利用单位应根据使用核技术利用项目的情况，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。

本项目辐射安全档案资料可分以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射性物质台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、辐射安全管理规章制度

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）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》（川环函[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，重药控股（四川）有限公司已制定有相对完善的管理制度，根据相关要求，还需要进一步进行补充完善，具体见表 12-2。

表 12-2 辐射安全管理制度制定要求

序号	规定的制度	落实情况
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	需制定
3	辐射工作操作规程	需制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	需制定
6	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定
7	监测仪表使用与校验管理制度	需制定
8	辐射工作人员培训制度	需制定
9	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定
10	辐射事故应急预案	需制定

建设单位需在辐射安全与环境保护领导小组组织下及时完善上述各项规章制度，明确各人员责任，并严格落实。辐射安全管理领导小组需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。

同时辐射工作场所职业人员办公场所内需将所有制度中关于“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”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

自主验收监测：建设单位在取得《辐射安全许可证》后，委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定工作场所的监测方案，监测数据应存档备案，监测频次根据建设单位的放射性药品暂存情况自行确定。

二、个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季。

建设单位应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

（1）当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查；

（2）个人剂量监测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关；

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），个人剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前；对于工作中穿戴铅衣的情况，通常应根据佩戴在铅衣里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量；

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案终身保存。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容： γ 空气吸收剂量率、 α/β 表面沾污。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

场所或设备	监测内容	监测周期	监测布点位置
放射性药物暂存库	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测 1 次，年度监测：委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测，频率为 1 次/月	放射性药物暂存库四周墙体外 30cm 处、管线穿墙处、进出门门口，缓冲间，货厅
	α/β 表面放射性污染		放射性药物暂存库（含货架）、地面、四周内侧墙面，防护铅门表面、把手，缓冲间地面、四周墙体内表面、工作服等

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用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；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

四、年度监测报告情况

建设单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监

监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施申报登记。延续、变更许可证，新增销售非密封放射性核素及工作场所以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

五、竣工环境保护验收监测

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，编制验收监测报告。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。本项目环保验收一览表见下表。

表 12-3 环保验收一览表

辐射安全防护设施		数量（套/个）
实体防护	放射性药物暂存库屏蔽墙体、双锁防盗门（8mmPb）、 防渗地面等	1 间
场所设施	表面易于去污的货架	若干
	排风系统	1 套
	电离辐射警示标识	若干
	监督区、控制区标识	若干
	人流、物流路径标识	若干
	监控系统	1 套
	红外报警系统	1 套
监测设备	烟雾报警器	1 套
	固定式辐射剂量率报警仪	1 套
	表面污染监测仪	1 台
	个人剂量率报警仪	3 台
	便携式X-γ辐射监测仪	1 套
个人防护用品	个人剂量计	6 个
	铅防护衣	3套
	口罩、工作服、手套、鞋套等	若干
应急物资	放射性表面去污用品和试剂	若干
	放射性废物铅桶	2 个
	灭火器材	若干
合计		

辐射事故应急

1、事故应急预案内容

为了应对本项目运营过程中突发事件，建设单位应制订具有针对性的辐射应

急预案，预案应包含以下内容：

（1）应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理；

（2）应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话；

（3）应急人员的培训；

（4）环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

（6）发生突发事件时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地区级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健委等主管部门报告。

2、应急措施

发生突发事件时，建设单位应当立即启动本单位的应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。

表 13：结论与建议

结论 一、项目概况 项目名称：重药控股（四川）有限公司新建放射性核素暂存工作场所项目 建设单位：重药控股（四川）有限公司 建设性质：新建 建设地点：成都市武侯区武兴四路 5 号 2 栋 1 层 2 号厂房 本项目建设内容与规模为：重药控股（四川）有限公司拟代理销售铍-7、碳-14（气态）、碳-14（固态）、氟-18、铁-59、镓-67、镓-68、硒-72、锆-89、锶-89、钇-90、锶-90、锝-95、锝-96、锝-99、银-110、锡-113、碘-123、碘-125（粒子源）、碘-131、镭-171、钨-188、镭-223等23种核素放射性药物。 重药控股（四川）有限公司拟租用成都前沿医疗投资有限公司（厂址为成都市武侯区武兴四路 5 号）2 栋 1 层 2 号厂房建设放射性核素暂存工作场所，放射性核素暂存工作场所包括：放射性药物暂存库、缓冲间、强弱电间、货厅。放射性核素暂存工作场所日等效最大操作量为 $3.79\times10^9\text{Bq}$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。 二、本项目产业政策符合性分析 根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，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”项目，是国家鼓励的应用项目，符合国家产业发展政策。 三、本项目选址合理性分析 本项目租赁成都市武侯区武兴四路 5 号 2 栋 1 层 2 号厂房建设本项目，用地性质为工业用地。项目所在成都前沿医疗投资有限公司四周紧邻交通要道，便于非密封放射性物质的运输和暂存。 本项目暂存库设计了良好的屏蔽措施，所在地基础配套设施完善，给排水、电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供了良好条件，项目用地性质符合用地规划，项目周边 50m 范围内不涉及居民住宅、学校和医院等保护目标，主要为企业、厂房及配套建筑等。选址紧邻交通要道便于放射性药物的运输，从辐射防护
--

安全和环境保护角度分析，放射性药物产生的射线经自带铅屏蔽和墙体屏蔽后对周边工作人员和公众的照射剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的剂量限值和本报告提出的剂量约束值。因此，本项目选址是合理的。

四、所在地区环境质量现状

由监测结果得知，本项目拟建地及周围 α 表面污染活度监测结果均低于仪器检出限 ($<0.01\text{Bq/cm}^2$)， β 表面污染活度监测结果在 $0.05\text{Bq/cm}^2\sim 0.12\text{Bq/cm}^2$ 之间，无异常；各监测点 X- γ 辐射剂量率范围为 $9.7\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 12.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，即 $97\text{nGy/h}\sim 121\text{nGy/h}$ ，与《2023 成都生态环境质量公报》中成都市环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围 ($67.0\text{nGy/h}\sim 119\text{nGy/h}$) 对比，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

(一) 施工期环境影响分析

本项目仅对建筑物内部进行防护改造和装饰施工。本项目在施工期的环境影响是短暂的，随着施工期的结束而消失，对周围环境的影响较小。

(二) 营运期环境影响分析

1、辐射环境影响分析

本项目辐射工作人员所受年附加有效剂量最大为 0.63mSv/a ，公众成员所受年附加有效剂量最大为 0.086mSv/a ，满足本次评价规定的职业人员年剂量约束值 5mSv 、公众年剂量约束值 0.1mSv 的要求。

2、其他环境影响分析

(1) 废水

本项目产生的废水主要为生活污水，依托厂区污水处理设施处理后排入市政污水管网，进入成都市第五再生水厂处理达标后排入黄堰河，对周围水环境的影响较小。

(2) 噪声

本项目运行过程中产生的噪声设施主要为排风机，建设单位所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 60dB(A) ，通过建筑隔声及距离衰减后，项目运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3

类标准要求。

（3）固体废物

本项目产生的固体废物主要为生活垃圾和少量放射性固体废物。本项目工作人员产生的生活垃圾经收集后，交由环卫部门统一清运。本项目产生的少量去污放射性固体废物在暂存库内放射性固体废物铅桶内进行暂存。通过以上措施，本项目产生的固体废物得以妥善处置，对周围环境影响较小。

六、环保设施与保护目标

按照环评报告落实后，本项目环保设施配置较全，总体效能良好，可使保护目标所受年剂量低于本次确定的年剂量约束值。

七、事故风险与防范

建设单位按要求制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施后，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、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，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。建设单位在落实环评提出的管理要求后，具备辐射安全管理的综合能力。

九、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，从环境保护和辐射防护角度看，本项目建设是可行的。

建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 2、组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核，考核合格后持证上岗。
- 3、每年要对非密封放射性物质使用情况进行年度评估，每年 1 月 31 日前将评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境主管部门，安全和防护状况年度评估报告要按照《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》格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

4、经常检查辐射工作场所的电离辐射警告标志、红外报警装置和监控设施等，保证暂存场所辐射防护设施的正常运行。

5、建设单位在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，对建设单位的相关信息填写。

6、本次环评放射性同位素工作场所，日后如有变化，应按照相关规定重新完善相关手续。

7、若今后本非密封放射性工作场所不再使用，建设单位必须组织退役环境影响评价，经生态环境主管部门许可后，方可再行使用；

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

（1）建设单位可登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规定。

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

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

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

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

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

建设单位公开上述信息的同时，应当在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 14： 审批

下一级环保部门预审意见：	
	公 章
经办人	年 月 日

	公 章
经办人	年 月 日