

核技术利用建设项目

国药控股天津有限公司
新建乙级非密封放射性物质工作场
所（放射性药品仓库）项目环境影响
报告表

（报批稿）

国药控股天津有限公司

2025年12月

核技术利用建设项目

国药控股天津有限公司 新建乙级非密封放射性物质工作场 所（放射性药品仓库）项目 环境影响报告表



建设单位名称：国药控股天津有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：陈健

通讯地址：天津市和平区小白楼街道宝融大厦 2 号楼大连道 1 号二至五层（二层 201-204、206、207、211、213 室、三层 302、303、312、314、315 室除外）

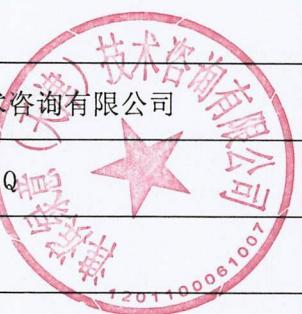
邮政编码：300041

联系人：王荟

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	x86g40		
建设项目名称	国药控股天津有限公司新建乙级非密封放射性物质工作场所（放射性药品仓库）项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>			
单位名称（盖章）	国药控股天津有限公司		
统一社会信用代码	91120101754836883Y		
法定代表人（签章）	陈健		
主要负责人（签字）	文栋		
直接负责的主管人员（签字）	贾继斌		
二、编制单位情况 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>			
单位名称（盖章）	津滨绿意（天津）技术咨询有限公司		
统一社会信用代码	91120110MA06GKCM0Q		
三、编制人员情况 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
白金玲			
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
高爽	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、辐射安全管理、附图、附件		
白金玲	项目基本情况、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、结论与建议		

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

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



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



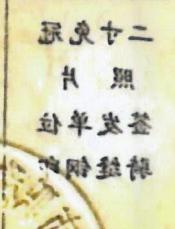
此件仅供 国药控股天津有限公司 办理 国药控股天津有限公司
新建乙级非密封放射性物质工作场所（放射性药品仓库）项目 使用



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号:
File No



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号:

No.

姓名: 白金玲
Full Name: 白金玲

性别:

Sex: 女

出生年月:

Date of Birth: 1981年1月1日

专业类别:

Professional Type: 环境影响评价工程师

批准日期:

Approval Date: 2013年5月26日

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2013年9月30日

Issued on



天津市社会保险参保证明 (单位职工)

单位名称: 津滨海意(天津)技术咨询有限公司 校验码: WMA06GKCM020251225084719
组织机构代码: MA06GKCM0

查询日期: 201712至202512

序号	姓名	社会保障号码	险种	参保情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	白金玲		基本养老保险	202002	202512	71
			失业保险	202002	202512	71
			工伤保险	202002	202512	71

备注: 1. 如需鉴定真伪, 请在打印后3个月内登录<http://hrss.tj.gov.cn>, 进入“证明验证真伪”, 录入校验码进行甄别。

2. 为保证信息安全, 请妥善保管缴费证明。

打印日期: 2025年12月25日

天津市社会保险参保证明 (单位职工)

单位名称:

津滨绿意(天津)技术咨询有限公司

校验码: WMA06GKCM020251225084819

组织机构代码:

MA06GKCM0

查询日期: 201712至202512

序号	姓名	社会保障号码	险种	参保情况		本单位实际缴费月数
				起始年月	截止年月	
1	高爽	1201100006	基本养老保险	202311	202512	26
			失业保险	202311	202512	26
			工伤保险	202311	202512	26

备注: 1. 如需鉴定真伪, 请在打印后3个月内登录<http://hrss.tj.gov.cn>, 进入“证明验证真伪”, 录入校验码进行甄别。

2. 为保证信息安全, 请妥善保管缴费证明。

打印日期: 2025年12月25日

编制单位承诺书

本单位 津滨绿意（天津）技术咨询有限公司（统一社会信用代码 91120110MA06GKCM0Q）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管单位或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第3项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条规定的符合性变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第5项所列情形，全职情况变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息



承诺单位(公章): 津滨绿意(天津)技术咨询有限公司

2025年12月25日

编 制 人 员 承 诺 书

本人白金玲（身份证件号码_____）郑重承诺：本人在津滨绿意（天津）技术咨询有限公司单位（统一社会信用代码91120110MA06GKCM0Q）全职工工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第1项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：

2025年12月25日

编制人员承诺书

本人高爽（身份证件号码120104198901121212）郑重承诺：本人在津滨绿意（天津）技术咨询有限公司单位（统一社会信用代码91120110MA06GKCM0Q）全职工工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第1项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：

2025年12月25日



营业执照

(副 本)

统一社会信用代码 91120110MA06GKCM0Q

名 称 津滨绿意(天津)技术咨询有限公司

类 型 有限责任公司(自然人独资)

住 所 天津市东丽区华明大道21号2幢号502

法定代表人 白东星

注 册 资 本 壹佰万元人民币

成 立 日 期 二〇一八年十一月二十七日

营 业 期 限 2018年11月27日至长期

经 营 范 围 环保技术咨询、研发；环保工程咨询服务；环境影响评价、节能评估技术咨询；建设项目竣工环保验收咨询；土壤修复；污水处理；大气污染、噪声治理；环境保护检测服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）



登记机关

2018年11月27日

每年1月1日至6月30日，应登录公示系统报送年度报告，逾期列入经营异常名录

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 津滨绿意（天津）技术咨询有限公司（统一社会信用代码 91120110MA06GKCM0Q）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 国药控股天津有限公司新建乙级非密封放射性物质工作场所（放射性药品仓库）项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 白金玲（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 _____，信用编号 _____），主要编制人员包括 高爽（信用编号 _____）、白金玲（信用编号 _____）（依次全部列出）等 2 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。



2025年12月25日

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	15
表 5 废弃物	16
表 6 评价依据	18
表 7 保护目标与评价标准	21
表 8 环境质量和辐射现状	31
表 9 项目工程分析与源项	36
表 10 辐射安全与防护	52
表 11 环境影响分析	68
表 12 辐射安全管理	91
表 13 结论与建议	106
表 14 审批	110

附图

附图 1 建设项目地理位置图	111
附图 2 建设项目周边环境及评价范围图	112
附图 3 放射性药品周边环境示意图	113
附图 4 工具间改造前平面布局图	114
附图 5 放射性药品仓库平面布局图	115
附图 6 放射性药品园区内运输路线示意图	116
附图 7 放射性药品仓库内药品与工作人员路线示意图	117

附件

附件 1 营业执照	118
附件 2 星核瑞通与帝达租赁合同	119
附件 3 国控天津公司与星核瑞通房屋租赁合同	126
附件 4 不动产权证书	131
附件 5 建设放射性药品仓库项目的申请与复函	142
附件 6 现有辐射安全许可证（津环辐证（B0067））	144
附件 7 环境 γ 辐射剂量率、表面污染现状监测报告	156
附件 8 星核密封放射源暂存库辐射防护检测报告	166
附件 9 污水放口监管协议	169
附件 10 放射性药品仓库贮存的放射性核素理化性质的说明	170

表1 项目基本情况

建设项目名称	国药控股天津有限公司新建乙级非密封放射性物质工作场所(放射性药品仓库)项目					
建设单位	国药控股天津有限公司					
法人代表	陈健	联系人	王荟	联系电话		
注册地址	天津市和平区小白楼街道宝融大厦2号楼大连道1号二至五层（二层201-204、206、207、211、213室、三层302、303、312、314、315室除外）					
项目建设地点	天津市东丽经济技术开发区二纬路22号东谷园4号楼104室放射性药品仓库					
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）	77	投资比例（环保投资/总投资）	77%	
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	61.88	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物			
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	/			
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类				
	其他	/	/			

项目概述

1. 建设单位概况

国药控股天津有限公司（以下简称“国控天津公司”）注册地址位于天津市和平区小白楼街道宝融大厦2号楼大连道1号二至五层（二层201-204、206、207、211、213室、三层302、303、312、314、315室除外）（营业执照见附件1），是中国医药集团旗下医药分销企业国药控股股份有限公司的全资子公司。国控天津公司成立于1952年，前身是计划经济时期国家五大一级医药采购供应站之一。

国控天津公司以药品及器械耗材经营为主，兼营其他大健康相关产品，为天津地区

的各级医院、社区、药店、诊所以及医药商业提供医药配送和供应服务保障，是中央医药承储单位和天津市麻精药品特许经营单位。

2. 项目由来

国控天津公司作为放射性药品经营企业销售放射性药品应根据《放射性药品管理办法》（1989年1月13日中华人民共和国国务院令第25号发布，2024年12月6日第四次修订）相关规定申请《放射性药品经营企业许可证》，并配备与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。

为满足公司发展需求，开展放射性药品销售，国控天津公司拟投资100万元实施“新建乙级非密封放射性物质工作场所(放射性药品仓库)项目”。国控天津公司拟租赁位于天津市东丽经济技术开发区二纬路22号东谷园4号楼104室天津星核瑞通科技有限公司西侧工业用房（租赁合同见附件3），并将其改造为放射性药品仓库，用于贮存含有⁸⁹Zr、⁹⁰Y、^{99m}Tc、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹³¹I、¹²⁵I、⁶⁸Ga、¹⁸F、⁷Be、²²³Ra共计12种核素的放射性药品。非密封放射性物质日等效最大操作（贮存）量为1.37E+09Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。本项目所在房屋所有权为天津帝达投资股份有限公司所有，用地性质为工业用地（不动产权证见附件4）。天津星核瑞通科技有限公司与天津帝达投资股份有限公司（曾用名：天津帝达投资有限公司）租赁协议见附件2。

国控天津公司放射性药品销售对象主要面向各大医院。公司拟采用订单销售方式，销售部与使用单位签订销售合同后，直接向生产厂家购买放射性药品，将放射性药品运输至本项目拟建的放射性药品仓库，在放射性药品仓库进行到货验收，验收后入库、贮存、当天出库。根据不同使用单位的使用需求安排发货时间，由公司委托有资质的第三方运输单位在约定时间内将放射性药品运输给使用单位。

本项目放射性药品仓库只涉及放射性药品货包的到货验收检查（含外观检查、货包表面的剂量率和表面污染监测）、入库、贮存、出库，不涉及货包拆包、分装、运输等工作。国控天津公司不承担放射性药品运输，所有货包均由委托的有资质的第三方运输单位进行运输。

根据生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目属于“五十五、核与辐射——172、核技术利用建设项目”中“乙级非密封放射性物质工作场所”，应编制环境影响报告表。

受国控天津公司委托，津滨绿意（天津）技术咨询有限公司承担本项目的环境影响

评价工作。接受委托后，津滨绿意技术人员立即开展现场踏勘、资料收集等工作，并按照环评技术导则要求编制完成《国药控股天津有限公司新建乙级非密封放射性物质工作场所（放射性药品仓库）项目环境影响报告表》。

3. 建设内容及规模

3.1 建设内容

本项目建设内容为：拟租赁位于天津市东丽经济技术开发区二纬路 22 号东谷园 4 号楼 104 室天津星核瑞通科技有限公司西侧工业用房，对 104 室西侧工业用房内部重新布局和屏蔽施工，设置药品存放间、废液间、固废间、更衣室、登记室、卫生通过间、办公室等，用于贮存销售的放射性药品。改造后的放射性药品仓库由药品存放间、固废间、废液间、卫生通过间、办公室、过道、更衣室、登记室组成，主要贮存含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 共计 12 种核素的放射性药品。非密封放射性物质日等效最大操作（贮存）量为 $1.37\text{E}+09\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。本项目组成见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

类别	名称	项目内容	备注
主体工程	放射性药品仓库	放射性药品仓库占地面积约 61.88m^2 ，由药品存放间、卫生通过间、办公室、过道、更衣室、登记室、固废间、废液间组成，主要贮存含 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 共计 12 种核素的放射性药品。	新建
环保工程	辐射安全与防护设施	<p>(1) 本项目药品存放间北侧、南侧、东侧、废液间、固废间四侧墙体屏蔽均采用 240mm 实心砖和 30mm 硫酸钡防护，药品存放间西侧墙体屏蔽采用 360mm 实心砖和 30mm 硫酸钡防护；药品存放间屋顶屏蔽采用 150mm 混凝土、104 室屋顶采用 160mm 混凝土；药品存放间出入门采用 3mm 铅当量的防护门进行防护。</p> <p>(2) 放射性药品仓库拟配备 1 个 25mm 铅当量的储源柜、固废间拟配备 2 个 10mm 铅当量的铅垃圾桶、废液间拟配备 2 个衰变罐。</p>	新建
	辐射安全与防护措施	<p>(1) 放射性药品仓库实行分区管理，划分控制区和监督区。</p> <p>(2) 放射性药品仓库拟设置门禁系统、警告标志、视频监控、剂量监测等安全措施。</p> <p>(3) 拟配备 X-γ剂量率仪、表面污染仪、个人剂量报警仪、个人剂量计等仪器设备。</p> <p>(4) 拟配备应急物资用品。</p>	
	废水	<p>非放射性废水（生活污水）</p> <p>本项目运营期生活污水依托东谷园现有排水设施，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。</p> <p>放射性废水（应急事故废水）</p> <p>废液间内设置 1 套放射性废水衰变系统，包括 2 个有效容积均为 0.6m^3 的衰变罐，用于存放事故状态下</p>	

			放射性废水。	
废气			拟设置 1 套独立的排风系统, 风量为 2500m ³ /h, 排气筒高出放射性药品仓库所在建筑物屋顶。活性炭吸附装置位于固废间室顶上方。	
固体废物	非放射性固体废物		本项目运行期产生的生活垃圾、日常清洁废物和未经处置事故状态放射性废气排放的废活性炭作为一般固体废物交当地城市管理部门处理。	
	放射性固体废物		拟设置 1 间固废间, 内置 2 个铅垃圾桶, 用于暂存不合格货包擦拭废弃物、退回或召回放射性药品及事故状态下放射性废物 (如表面污染擦拭废弃物、废活性炭)。	

3.2 建设规模

国控天津公司拟在放射性药品仓库贮存含 ⁸⁹Zr、⁹⁰Y、^{99m}Tc、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹³¹I、¹²⁵I、⁶⁸Ga、¹⁸F、⁷Be、²²³Ra 共计 12 种核素的放射性药品。非密封放射性物质日最大操作 (贮存) 量为 9.80E+11Bq, 日等效最大操作 (贮存) 量为 1.37E+09Bq, 年最大操作 (贮存) 量为 2.45E+14Bq, 属于乙级非密封放射性物质工作场所。本项目放射性药品仓库贮存的放射性药品所含核素的基本情况见表 1-2。

表 1-2 放射性药品仓库贮存的放射性药品所含核素的基本情况一览表

序号	核素名称	货包屏蔽管尺寸	单个货包药瓶容量	每个货包的核素最大活度 (Bq)	最大贮存货包数量 (个)	每天最大操作 (贮存) 量 (Bq)	日等效最大操作 (贮存) 量 (Bq)	年最大操作 (贮存) 量 (Bq)
1	⁸⁹ Zr	直径 7cm×高度 14cm	10mL/瓶	1.67E+10	1	1.67E+10	1.67E+07	4.18E+12
2	⁹⁰ Y	直径 7cm×高度 14cm	15mL/瓶	3.55E+10	1	3.55E+10	3.55E+07	8.88E+12
3	^{99m} Tc	直径 5cm×高度 8cm	5mL/支	6.66E+10	2	1.33E+11	1.33E+07	3.33E+13
4	⁸⁹ Sr	直径 6cm×高度 12cm	8mL/瓶	2.52E+10	1	2.52E+10	2.52E+07	6.30E+12
5	⁷² Se	直径 3cm×高度 8cm	3mL/瓶	1.48E+08	1	1.48E+08	1.48E+04	3.70E+10
6	¹⁷⁷ Lu	直径 7cm×高度 14cm	12mL/瓶	7.40E+10	5	3.70E+11	3.70E+08	9.25E+13
7	¹³¹ I	直径 6cm×高度 13cm	10mL/支	7.40E+10	2	1.48E+11	1.48E+08	3.70E+13
8	¹²⁵ I	直径	6mL/瓶	6.66E+10	1	6.66E+10	6.66E+06	1.67E+13

		5cm×高 度 5cm						
9	⁶⁸ Ga	直径 5cm×高 度 5cm	4mL/支	2.96E+10	1	2.96E+10	2.96E+06	7.40E+12
10	¹⁸ F	直径 6cm×高 度 13cm	9mL/支	7.40E+10	2	1.48E+11	1.48E+07	3.70E+13
11	⁷ Be	直径 3cm×高 度 8cm	2mL/瓶	1.48E+08	1	1.48E+08	1.48E+06	3.70E+10
12	²²³ Ra	直径 5cm×高 度 10cm	7mL/瓶	7.40E+09	1	7.40E+09	7.40E+08	1.85E+12
合计				19	9.80E+11	1.37E+09	2.45E+14	

注：年最大贮存操作量=日最大贮存操作量×250 天。按单个货包屏蔽罐内药品装量 1 瓶或 1 支。

4. 项目选址及周边环境保护目标

4.1 项目选址

本项目建设地址位于天津市东丽经济技术开发区二纬路 22 号东谷园 4 号楼 104 室。东谷园 4 号楼为 4 层建筑，本项目位于 1 层，层高约 7m。本项目地理位置图见附图 1，周边环境关系图见附图 2。

本次拟将租赁的 104 室西侧工业用房进行改造为放射性药品仓库，放射性药品仓库中心坐标：东经 117°22'7.160"，北纬 39°4'8.622"。药品存放间在 104 室内进行改造，改造后四侧墙体高 3.0m，药品存放间吊顶净高 2.7m，吊顶以上到 104 室屋顶为夹层，人员无法到达。放射性药品库北侧隔走廊为海纳众为（天津）科技服务有限公司（主要作为仓库使用，出货时有人员办公），西侧为 105 室闲置房间，南侧为园区内道路，东侧为天津星核瑞通科技有限公司，楼上为 204 室闲置房间，无地下建筑。本项目放射性药品仓库周边及放射性药品在园区入口至放射性药品仓库的运输线路周边无食堂、锅炉房、调压站等环境敏感目标。

天津星核瑞通科技有限公司设有一间密封放射源暂存库，距离本项目放射性药品仓库外表面约 7.6m。

项目选址现状照片见图 1-1。

	
拟建放射性药品库位置现状	
	
北侧走廊	
	
东侧天津星核瑞通科技有限公司	



图 1-1 项目选址现状照片

4.2 周边环境保护目标

本项目 50m 评价范围内无学校、居民区、无食堂、锅炉房、调压站等环境敏感目标，涉及的环境敏感点为放射性药品仓库办公室、天津星核瑞通科技有限公司、海纳众为（天津）科技服务有限公司、德康医疗科技（天津）有限公司、东谷园 4 号楼、5 号楼、3 号楼固定工作场所及园区内部道路、天津市金桥焊材集团有限公司，涉及人员为辐射工作人员和周边公众，其中辐射工作人员为放射性药品仓库的工作人员和天津星核瑞通科技有限公司辐射工作人员，公众为天津星核瑞通科技有限公司、海纳众为（天津）科技服务有限公司、德康医疗科技（天津）有限公司、东谷园 4 号楼、5 号楼、3 号楼、天津市金桥焊材集团有限公司固定工作场所的工作人员及途经公众。

5. 劳动定员及工作量

5.1 劳动定员

根据国控天津公司提供的资料，放射性药品仓库拟配置 8 名辐射工作人员，包含 2

名安全管理人员和 6 名工作人员，其中工作人员共 3 组，每组 2 人。

安全管理人员日常不在放射性药品仓库工作，仅每周到放射性药品仓库巡查一次或出现事故时到达现场指导事故处理和应急。

6 名工作人员负责线下审核和登记搬运工作，每次 1 人负责登记、1 人负责搬运。

本项目工作制度为单班制，每日 8h，年工作 250 天，3 组工作人员轮班，安全管理人员不轮班。

5.2 工作量

根据国控天津公司提供资料，放射性药品仓库每天贮存放射性药品货包数量不超过 19 个。

负责人和工作人员受照时间如下：

(1) 安全管理人员

巡检：放射性药品仓库安全管理人员每周对仓库进行一次巡检，每次巡检约 30min，每年巡检 50 次，则年巡检时间最大为 25h。

(2) 工作人员

日常巡检：放射性药品库工作人员每天对仓库进行巡检，每 2h 巡检一次，每天巡检 4 次，每次 5min，则日巡检时间最大为 20min。

货包出入库：货包出入库的过程很短，保守情况估算，每个货包入库时间为 5min，出库时间为 5min，每个货包出库、入库各 1 次，共计 10min，则 19 个货包日出入库时间最大为 190min。

日常办公：放射性药品仓库工作人员在放射性药品仓库的办公室内日常办公，日最大办公时间保守按 8h 计。

本项目工作人员工作时间详见下表。

表 1-3 工作人员工作时间一览表

工序	日受照时间 (min)	年工作天数 (天)	年受照时间 (h)	人员设置	单人年受照时 间 (h)
安全管理人员巡检	30	50	25	2 人一组	25
工作人员日常巡检	20	250	84		28
工作人员日常办公	8×60	250	2000	共 3 组，2 人一组， 每日一班	667
货包出入库	190	250	792		264

注：日常办公时间 8h 包含了巡检和货包出入库，本次保守按 8h 计。

综上所述，安全管理人员年最大受照时间为 25h。每组工作人员日常巡检年最大受照时间为 28h，日常办公最大受照时间为 667h，货包出入库接触年最大受照时间为 264h。每组工作人员日常办公年最大受照时间 667h 中包含了日常巡检的 28h 和货包出入库的 264h，本次评价日常办公时间保守按 667h 计。

6. 实践的正当性

国控天津公司作为放射性药品经营企业销售放射性药品，根据《放射性药品管理办法》（1989 年 1 月 13 日中华人民共和国国务院令第 25 号发布，2024 年 12 月 6 日第四次修订）相关规定，建设放射性药品仓库项目。

放射性药品仓库的建设可保证国控天津公司作为放射性药品经营企业的合规性，同时有利于国控天津公司完善药品经营种类，建立放射性药品销售网络，随着我国医疗技术的不断进步，放射性药品在肿瘤诊断与治疗、心血管疾病检查等领域的应用日益广泛，医疗机构对放射性药品的需求量持续增长。本项目放射性药品仓库建成后，可提供专业、合规的放射性药品贮存场所，保障放射性药品的质量与供应稳定性，为医疗健康事业的持续发展提供重要支撑，便于为医院及时提供药品，间接提升居民的医疗服务可及性与健康保障水平，具有良好的社会效益和经济效益。同时放射性药品仓库的建设能够提高放射性药品货包的转运效率，加强货包质控。

放射性药品仓库通过采取辐射安全与防护措施，加强辐射安全管理，有效控制工作人员及周边公众受照影响。根据环境影响预测分析，贮存期间对周围环境产生的周围剂量当量率、人员的受照剂量能够满足 GBZ 120-2020 和 HJ 1188-2021 的相应要求。因此，本项目在充分考虑社会、经济和其他有关因素之后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

7. 产业政策符合性分析

依据《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），本项目不属于限制类。同时，本项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》禁止事项。本项目符合相关产业政策。

8. 选址合理性分析

本项目选址位于天津市东丽经济技术开发区二纬路 22 号东谷园 4 号楼 104 室内，用地性质为工业用地，不动产权证见附件 3。本项目拟对现有 104 室进行内部改造，不改

变用地性质。

本项目拟建放射性药品仓库周边及 50m 评价范围内无医院、学校、居民区、食堂、锅炉房、调压站等环境敏感区，国控天津公司在每次货包运输时均避开园区内工作人员进、出高峰时间，且在送达之前或货包出厂前需向房屋产权人天津帝达投资股份有限公司进行报备（进出场的人员信息、车辆数量、时间），根据国控天津公司报备情况，合理安排进出场的方式和时间，确保进出场时园区内的工作人员远离运输路线，周围人员活动相对较少，有利于减少项目运行对公众的辐射影响。同时，根据环境现状监测结果，本项目选址区域周边的环境 γ 辐射剂量率处于天津市原野天然 γ 辐射剂量率水平，监测结果未见异常。综上可知，本项目选址合理。

9. 原有核技术利用项目许可情况

9.1 辐射安全许可证持证情况

国药控股天津有限公司现持有辐射安全许可证（津环辐证（B0067），见附件 4）。辐射安全许可证最新发证日期为 2024 年 06 月 11 日，有效期至 2029 年 06 月 10 日，许可种类和范围为：销售Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；销售非密封放射性物质。

国控天津公司现有辐射安全许可证销售非密封放射性物质情况详见表 1-4。

表 1-4 现有辐射安全许可证销售非密封放射性物质一览表

序号	辐射活动场所名称	核素	物理状态	活动种类	用途	年最大用量 (Bq)
1	天津市和平区宝融大厦 2 号楼大连道 1 号二至五层	^{18}F	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	7.4E+13
2		^{68}Ga	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	7.4E+12
3		^{125}I （粒子源）	固态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	8.14E+13
4		^{131}I	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	7.4E+13
5		^{177}Lu	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	7.4E+12
6		^{89}Sr	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	1.26E+13
7		$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	8.51E+13
8		^{90}Y	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	4.44E+13
9		^{89}Zr	液态	销售（不贮存）	放射性药物治疗	4.07E+12

国控天津公司现有辐射安全许可证销售射线装置情况详见表 1-5。

表 1-5 现有辐射安全许可证销售射线装置一览表

序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量(台)
1	天津市和平区小白楼街道宝融大厦 2 号楼大连道 1 号二至五层(二层 201-204、206、207、211、213 室、三层 302、303、312、314、315 室除外)	工业用 X 射线探伤装置	II 类	销售	1
2		粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II 类	销售	1
3		血管造影用 X 射线装置	II 类	销售	2
4		医用诊断 X 射线装置	III类	销售	3
5		口腔(牙科) X 射线装置	III类	销售	2

9.2 辐射安全与环境保护管理机构设置情况

国控天津公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求由法人(陈健)担任辐射安全工作第一责任人,对辐射安全工作领导负责;指定贾继斌为专职辐射防护负责人,具体负责公司的辐射安全与防护工作。

本项目建设完成后拟建立辐射安全与环境保护管理领导小组,辐射安全与环境保护管理领导小组成员见表 12-1。

9.3 辐射工作人员持证情况

国控天津公司现有 1 名辐射工作人员,已参加核技术利用辐射安全与防护考核,并考核合格,且在有效期内。

9.4 辐射安全管理规章制度落实情况

国控天津公司已根据《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》制定相应的规章制度,包括:《操作规程》《岗位职责》《培训制度及培训计划》《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》《台账管理制度》《监测方案》《辐射防护措施》《突发事件应急处理预案》等规章制度,公司运行期间认真落实各项规章制度,未发生辐射安全事故。

9.5 个人剂量监测及监测仪器

国控天津公司已为现有辐射工作人员配备个人剂量计,并指定专人负责个人剂量计收发、送检、统计的管理工作,国控天津公司已配备 1 台 RG1000 型个人剂量报警仪。

9.6 原有核技术利用项目管理情况概括

国控天津公司原有核技术利用项目已履行环保手续并取得辐射安全许可证,已设置专职辐射防护负责人;已制定辐射安全管理相关制度并采取防护措施;已配备相适应的

辐射防护用品和监测设备；建设单位每年1月31日前向生态环境部门报送年度评估报告，2024年年度评估报告建设单位已上报至全国核技术利用辐射安全申报系统。

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 (贮存) 量 (Bq)	日等效最大操作 (贮存) 量 (Bq)	年最大操作 (贮存) 量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注	
1	⁸⁹ Zr	液态	销售使用	1.67E+10	9.80E+11	1.67E+07	2.45E+14	4.18E+12	放射性药品仓库的药品存放间	销售贮存	源的贮存	/
2	⁹⁰ Y	液态	销售使用	3.55E+10		3.55E+07		8.88E+12		销售贮存	源的贮存	
3	^{99m} Tc	液态	销售使用	1.33E+11		1.33E+07		3.33E+13		销售贮存	源的贮存	
4	⁸⁹ Sr	液态	销售使用	2.52E+10		2.52E+07		6.30E+12		销售贮存	源的贮存	
5	⁷² Se	固态	销售使用	1.48E+08		1.48E+04		3.70E+10		销售贮存	源的贮存	
6	¹⁷⁷ Lu	液态	销售使用	3.70E+11		3.70E+08		9.25E+13		销售贮存	源的贮存	
7	¹³¹ I	液态	销售使用	1.48E+11		1.48E+08		3.70E+13		销售贮存	源的贮存	
8	¹²⁵ I	固态	销售使用	6.66E+10		6.66E+06		1.67E+13		销售贮存	源的贮存	

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作(贮存)量(Bq)	日等效最大操作(贮存)量(Bq)	年最大操作(贮存)量(Bq)		用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
9	⁶⁸ Ga	液态	销售使用	2.96E+10	2.96E+06	7.40E+12		销售贮存	源的贮存		/	
10	¹⁸ F	液态	销售使用	1.48E+11	1.48E+07	3.70E+13		销售贮存	源的贮存		/	
11	⁷ Be	液态	销售使用	1.48E+08	1.48E+06	3.70E+10		销售贮存	源的贮存		/	
12	²²³ Ra	液态	销售使用	7.40E+09	7.40E+08	1.85E+12		销售贮存	源的贮存		/	

表4 射线装置

(一) 加速器: 包括医用、工农业、科研、教学等各种用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速	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、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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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

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
正常工况	放射性废气	本项目正常工况下不产生放射性废气、放射性废水							正常工况下产生的放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 ^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga、 ¹⁸ F核素半衰期小于24h的放射性固体废物暂存时间超过30天，含有 ⁸⁹ Zr、 ⁹⁰ Y、 ⁸⁹ Sr、 ⁷² Se、 ¹⁷⁷ Lu、 ¹²⁵ I、 ⁷ Be、 ²²³ Ra核素半衰期大于24h的放射性固体废物暂存时间超过核素10倍最长半衰期，含碘-131核素的放射性固体废物暂存超过180天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于0.08Bq/cm ² 、 β 表面污染小于0.8Bq/cm ² 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。
	放射性废水								
	放射性固体废物（不合格货包擦拭废弃物、退回或召回放射性药品、破损药品）	固态	/	/	/	210kg	/	固废间的铅垃圾桶内	
事故工况	放射性废气	气态	/	/	/	/	/	/	放射性废气经活性炭过滤装置吸附后，通过放射性药品仓库南侧专用排风管道于高出放射性药品仓库所在建筑物屋顶排放。
	放射性废水	液态	/	/	/	/	/	废液间衰变罐	事故状态下产生的放射性废水通过专用管道排至衰变罐暂存，其中含有 ^{99m} Tc、 ⁶⁸ Ga、 ¹⁸ F核素半衰期小于24h的放射性废液，暂存时间超过30天，后可直接解控排放，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理；含有 ⁸⁹ Zr、 ⁹⁰ Y、 ⁸⁹ Sr、 ⁷² Se、 ¹⁷⁷ Lu、 ¹²⁵ I、 ⁷ Be、 ²²³ Ra核素半衰期大于24h的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为 ¹²⁵ I，半衰期为60.1天，暂存时间超过核素10倍最长半

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
									衰期（约 601 天），经检测达标（总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L），并经审管部门认可后，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。
放射性固体废物（表面污染擦拭废弃物、废活性炭）	固态	/	/	/	/	/	/	固废间的铅垃圾桶内	事故状态下产生的放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 ^{99m}Tc 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

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

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

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日修订，2018年12月29日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年6月28日通过，自2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《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）；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第253号，1998年11月29日，2017年10月1日起施行）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第449号，2005年9月14日发布，2019年3月2日第二次修订并施行）；</p> <p>(7) 《天津市生态环境保护条例》（2019年1月18日通过，自2019年3月1日起施行）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第18号，2011年5月1日）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布，2021年1月4日生态环境部令第20号修改）；</p> <p>(10) 《放射性药品管理办法》（中华人民共和国国务院令第25号，2011年1月8日第一次修订，2017年3月1日第二次修订，2022年3月29日第三次修订，2024年12月6日第四次修订）；</p> <p>(11) 《放射性物品分类和名录（试行）》（原环境保护公告2010年第31号，2010年3月18日起施行）；</p> <p>(12) 《放射性废物分类》（原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告2017年第65号，2017年11月30日）；</p> <p>(13) 《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，2020年11月30日发布，2021年1月1日起施行）；</p> <p>(14) 《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</p>
------------------	---

	<p>知》（原国家环保总局（环发〔2006〕145号），2006年9月26日）；</p> <p>（15）《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（原环境保护部（环发〔2008〕13号），2008年4月14日）；</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》（原环境保护部办公厅（环办辐射函〔2016〕430号），2016年3月7日）；</p> <p>（17）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第9号，2019年8月19日通过，自2019年11月1日起施行）；</p> <p>（18）《关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知》（环办辐射函〔2025〕313号，2025年8月29日）；</p> <p>（19）《关于做好放射性药品生产经营企业审批和监管工作的通知》（津药监药管〔2021〕64号，2021年12月2日）；</p> <p>（20）《关于加强互联网购销放射性同位素和射线装置安全管理的通知》（环辐射〔2023〕66号，2023年11月7日）；</p> <p>（21）《国家危险废物名录》（2025年版）（生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会部令第36号，2024年11月29日发布，自2025年1月1日起施行）。</p>
技术标准	<p>（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（2）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；</p> <p>（3）《放射性物品安全运输操作规程》（GB 11806-2019）；</p> <p>（4）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；</p> <p>（5）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023，2023年7月1日实施）；</p> <p>（6）《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）；</p> <p>（7）《职业性皮肤放射性污染个人监测标准》（GBZ 166-2024）；</p> <p>（8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>（9）《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ 125-2009）；</p> <p>（10）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）（参照执行）；</p> <p>（11）《污水综合排放标准》（DB12/ 356-2018）；</p> <p>（12）《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>(13) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(14) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(15) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)（参照执行）；</p> <p>(16) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)；</p> <p>(17) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ 2025-2012)；</p> <p>(18) 《医疗、工业、农业、研究和教学中产生的放射性废物》(HAD 401/16-2023)；</p> <p>(19) 《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-2012)。</p>
	<p>(1) 国药控股天津有限公司委托合同及其提供的相关资料；</p> <p>(2) 《中国核与辐射安全管理体系（第三层级）》（2020 版）；</p> <p>(3) 《辐射防护导论》（方杰主编）；</p> <p>(4) 《辐射安全手册》（潘自强主编）；</p> <p>(5) 《辐射防护手册》（第一分册）（李德平、潘自强主编）；</p> <p>(6) 《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护，第 13 卷第 3 期（唐旭兴、梁维华，田金池）；</p> <p>(7) 天津市生态环境局.《2024 年天津市生态环境状况公报》，2025。</p>
其他	

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围”。

本项目放射性药品仓库为乙级非密封放射性物质工作场所，因此评价范围为放射性药品仓库（药品存放间、固废间、废液间）实体屏蔽边界外半径 50m 的范围。

保护目标

本项目 50m 评价范围内无学校、居民区、食堂、锅炉房、调压站等环境敏感目标，涉及的环境敏感点为放射性药品仓库内的办公室、天津星核瑞通科技有限公司、海纳众为（天津）科技服务有限公司、德康医疗科技（天津）有限公司、评价范围内东谷园 4 号楼、5 号楼、3 号楼固定工作场所及园区内部道路、天津市金桥焊材集团有限公司，涉及人员为辐射工作人员和周边公众，其中辐射工作人员为放射性药品仓库的工作人员和天津星核瑞通科技有限公司辐射工作人员，公众为天津星核瑞通科技有限公司、海纳众为（天津）科技服务有限公司、德康医疗科技（天津）有限公司、东谷园 4 号楼、5 号楼、3 号楼、天津市金桥焊材集团有限公司固定工作场所的工作人员及途经公众。

本项目主要环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	环境保护目标	方位	距离	人数	性质
1	放射性药品仓库工作人员	四侧	紧邻	8 人	辐射工作人员
2	天津星核瑞通科技有限公司	东侧	紧邻	4 人	辐射工作人员、公众
3	海纳众为（天津）科技服务有限公司	北侧	约 3m	约 2 人	公众
4	德康医疗科技（天津）有限公司	西北侧	约 10.4m	约 2 人	公众
5	105 室闲置房间	西侧	紧邻	约 0~10 人	公众
6	204 室闲置房间	上方	紧邻	约 0~10 人	公众
7	评价范围内东谷园 4 号楼、5 号楼、3 号楼固定工作场所	北侧、南侧	0~50m	约 50 人	公众
8	天津市金桥焊材集团有限公司	东侧	约 20~50m	约 700 人	公众
9	途经公众	四侧	50m 评价范围内	流动人群	公众

注：1.距离为距放射性药品仓库边界最近的直线距离。

2. 天津星核瑞通科技有限公司辐射工作人员为该单位密封放射源暂存库工作人员。

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

（1）剂量限值

B1.1 职业照射的剂量限值

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），
20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量， 50mSv。

B1.2 公众照射的剂量限值

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下述限值：

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

（2）表面污染控制水平

B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 B11 所列。

B2.2 工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

B11 工作场所的放射性表面污染控制水平

表面类型	α 放射性物质 (Bq/cm^2)		β 放射性物质 (Bq/cm^2)
	极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}
	监督区		4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}
1) 该区内的高污染子区除外			

工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

（3）辐射工作场所的分区

应把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。

(4) 非密封放射性物质工作场所的分级

C1 非密封源工作场所的分级

应按表 C1 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

C1 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4\times10^9$
乙	$2\times10^7\sim4\times10^9$
丙	豁免活度值以上~ 2×10^7

C2 放射性核素的日等效操作量的计算

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量 (Bq) 与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 C2 和表 C3。放射性核素的毒性分组见附录 D (标准的附录)。

C2 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

C3 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. 参照《核医学放射防护要求》 (GBZ 120-2020)

5.2 放射防护措施要求

5.2.1 核医学的工作场所应按照非密封源工作场所分级规定进行分级，并采取相应防护措施。

5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作

场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

5.2.5 放射性废液衰变罐的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

8 医用放射性废物的放射防护管理要求

8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。

8.2 设废物储存登记表，记录主要特性和处理过程，并存档备案。

8.3 放射性废液衰变罐应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。

8.5 供收集废物的污桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，质量不超过20kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平: $\beta < 0.4 \text{Bq/cm}^2$ 。

3. 参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)

6 工作场所的辐射安全与防护

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守, 按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时, 除应考虑室内的辐射源外, 还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

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

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

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内, 并应有适当屏蔽。

7 放射性废物的管理

7.1 一般要求

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账, 做好记录并存档备案。

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物, 应预先进行包装处理, 再装入废物桶, 防止刺破废物袋。

7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

7.2.2 固体放射性废物贮存

7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位, 经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部

门批准的限制要求。

7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置,放射性废物中含有易挥发放射性核素的,通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志,采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋(桶),不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息,并做好登记记录。

7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的,可对废物清洁解控并作为医疗废物处理:

- 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。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备,并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$,表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责,并建立废物存储和处理台账,详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.1 放射性废液收集

7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变罐或专用容器,收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区,

下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变罐和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变罐或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变罐池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变罐贮存方式：

a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放。

b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

7.4 气态放射性废物的管理

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

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

8 辐射监测

8.1 一般要求

8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。

8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。

8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报

告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

4. 《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）

4.1 辐射防护

4.1.1 人员所受剂量应低于 GB18871 规定的剂量限值。防护应是最优化的，即在考虑了经济和社会因素之后，在个人所受剂量低于剂量约束值的条件下，个人剂量的大小、受照射人数以及引起照射的可能性保持在可合理达到的尽量低的水平。应从组织结构和系统上采取措施，并考虑运输与其他活动之间的关系。

5.3 辐射水平限值

5.3.1 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 ：

5.4 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：

- a) 对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体为 4Bq/cm^2 ；
- b) 对所有其他 α 发射体为 0.4Bq/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。

5. 评价标准和标准值总结

本评价根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）等标准以及本评价确定的个人剂量约束值，确定本项目的评价标准和标准值见表 7-2 所示。

表 7-2 本项目评价标准和标准值

一、年剂量约束值要求			
分类	年剂量限值	年剂量约束值	执行依据
职业照射	20mSv/a	2mSv/a	GB 18871-2002
公众照射	1mSv/a	0.1mSv/a	
二、年当量剂量限值要求			
职业照射	四肢(手和足)	500mSv/a	GB 18871-2002

	或皮肤		GBZ 120-2020
三、周围剂量当量率限值要求			
放射性药品仓库	控制区内、外	控制区内房间防护门、观察窗和墙壁屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。 控制区外人员可到达，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	参照 HJ 1188-2021、 GBZ 120-2020
四、货包剂量水平			
放射性货包		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 $2\text{mSv}/\text{h}$ β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体药物货包表面污染水平限值为 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；其他 α 发射体药物货包表面污染水平限值为 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$	GB 11806-2019
五、工作场所表面污染			
工作场所控制水平		(1) 工作台、设备、墙壁、地面的控制区： β 放射性物质为 $4\times10\text{Bq}/\text{cm}^2$ ； (2) 工作台、设备、墙壁、地面的监督区： β 放射性物质为 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ； (3) 工作服、手套、工作鞋控制区、监督区： β 放射性物质为 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ； (4) 手、皮肤、内衣、工作袜： β 放射性物质为 $4\times10^{-1}\text{Bq}/\text{cm}^2$	GB 18871-2002
六、放射性废物排放			
放射性废水		事故状态下产生的放射性废水通过专用管道排至衰变罐暂存，所含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存超过 30 天后可直接解控排放，经园区内总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理；所含 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 、 ^{131}I 核素半衰期大于 24h 的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为 ^{125}I ，半衰期为 60.1 天，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期（约 601 天），经检测达标（总 $\alpha\leq1\text{Bq}/\text{L}$ 、总 $\beta\leq10\text{Bq}/\text{L}$ 、碘-131 的放射活度浓度 $\leq10\text{Bq}/\text{L}$ ），并经审管部门认可后，经园区总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。	参照 GBZ 120-2020 HJ 1188-2021 GB 18871-2002
放射性固体废物		事故状态下产生的放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染	参照 HJ 1188-2021 GBZ 120-2020

	小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。	
--	---	--

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状
<h3>1. 地理位置</h3> <p>东丽区位于天津市中部偏东、海河北岸，地理坐标为介于北纬 $39^{\circ}39'14''$，东经 $117^{\circ}13'117^{\circ}33'$ 之间，东与滨海新区接壤，南接津南区，西接河东区、河北区、河西区，北与北辰区、宁河区毗邻，东西长 30 千米，南北宽 25 千米。总面积 477.34 平方千米。</p> <p>本项目建设地址位于天津市东丽经济技术开发区二纬路 22 号东谷园 4 号楼 104 室。本次拟将租赁的 104 室西侧工业用房改造为放射性药品仓库，放射性药品仓库中心坐标：东经 $117^{\circ}22'7.160''$，北纬 $39^{\circ}4'8.622''$。放射性药品库北侧隔走廊为海纳众为（天津）科技服务有限公司（主要作为仓库使用，出货时有人员办公），西侧为 105 室闲置房间，南侧为园区内道路，东侧为天津星核瑞通科技有限公司，楼上为 204 室闲置房间，无地下建筑。本项目放射性药品仓库周边及放射性药品在园区入口至放射性药品仓库的运输线路周边无食堂、锅炉房、调压站等环境敏感目标。</p>
<h3>2. 自然环境简况</h3> <p>(1) 地形地貌</p> <p>东丽区位于华北平原北部，地势广袤低平。是世界典型的低平原地貌，属中国华北平原区，天津东南部海积冲积平原区。区境地貌为古代滨海地区，平原下面有数层海相沉积层。</p> <p>东丽区地貌区地势低，大部分地区海拔 3~4 米，洼淀底部只有 2 米左右，坡度极平缓，坡降 $1/10000$ 左右。主要由低平地、洼地、微高地、贝壳堤、人工堤及坑塘洼淀等所构成，地貌区的地面组成物质以粘土和砂质粘土为主，贝壳堤分布区为贝壳及贝壳碎屑。</p> <p>(2) 气候气象</p> <p>东丽区属温暖带半湿润大陆性季风气候。平均气温 14.9°C，年极端最高气温 40.9°C，年极端最低气温 -14.6°C，年降水总量 569.1 毫米，年日照时数 2781.9 小时。</p> <p>(3) 水文特征</p> <p>东丽区地处海河流域下游，自然河流与人工河道纵横交织。其中一级河道有海河、金钟河、新开河、永定新河，二级河道有东减河、西减河、东河、西河、北月牙河、新地河，其他河道有外环河、北塘排污河、北塘排咸河等。</p>

（4）水资源

东丽区水资源主要有区内降水、地面蓄水、外来水、地下水等。地面总蓄水量 4841.8 万立方米，其中东丽湖水库蓄水 2100 万立方米，14 座小型水库总蓄水 1427 万立方米，6 条二级河道蓄水 513.6 万立方米，沟渠、坑塘蓄水 7000 立方米。地表蓄水可利用量 3017.25 万立方米。地下水为有咸水分布的深层淡水，地下水补给及赋存条件较差。

（5）土壤和植被

本项目所在地区土壤的成土母质为河流沉积物与海相沉积物交错组成，颗粒很细，质地黏重，地下水的盐分可沿毛细管上升至地表，加之海水的侵袭，大大增加了土壤的含盐量（大都大于 1%）。土壤母质碳酸盐含量为 5%~6%，pH 在 8.21~9.25 之间，土质黏重、板结，透气性差，不适宜植物生长。该地区植被以绿化植被为主，没有珍稀植物。

3. 社会环境简况

2024 年，东丽区地区生产总值 743.81 亿元，按不变价格计算，比上年增长 4.0%，增速比上年加快 0.9 个百分点。其中，第一产业增加值 4.20 亿元，比上年增长 4.2%；第二产业增加值 293.06 亿元，增长 1.6%；第三产业增加值 446.55 亿元，增长 5.5%。三次产业结构为 0.6: 39.4: 60.0。

截至 2025 年 3 月，东丽区辖 11 个街道：张贵庄街道、丰年村街道、万新街道、无瑕街道、新立街道、华明街道、金钟街道、军粮城街道、金桥街道、华新街道、东丽湖街道，共有 107 个社区，1 个城市公司。区人民政府驻张贵庄街道跃进路 38 号。

4. 辐射环境现状调查

4.1 辐射环境背景调查

根据《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，天津市原野 γ 辐射剂量率范围为（36.0~99.7）nGy/h，天津市室内 γ 辐射剂量率范围为（48.0~140.4）nGy/h。

根据《2024 年天津市生态环境状况公报》，2024 年，全市环境电离辐射水平处于本底涨落范围内，实时连续空气吸收剂量率年均值范围为（59.3~74.2）nGy/h，与 1989 年天津市环境天然辐射剂量调查结果（36.0~99.7）nGy/h 处于同一水平。

4.2 辐射环境现状监测

为了解本项目辐射工作场所辐射环境现状，本次评价委托天津星通浩海科技有限公司于 2025 年 09 月 04 日对本项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率、表面污染监测水平进行

监测, 监测报告见附件 6、附件 7, 监测点位图见图 8-1~图 8-2。

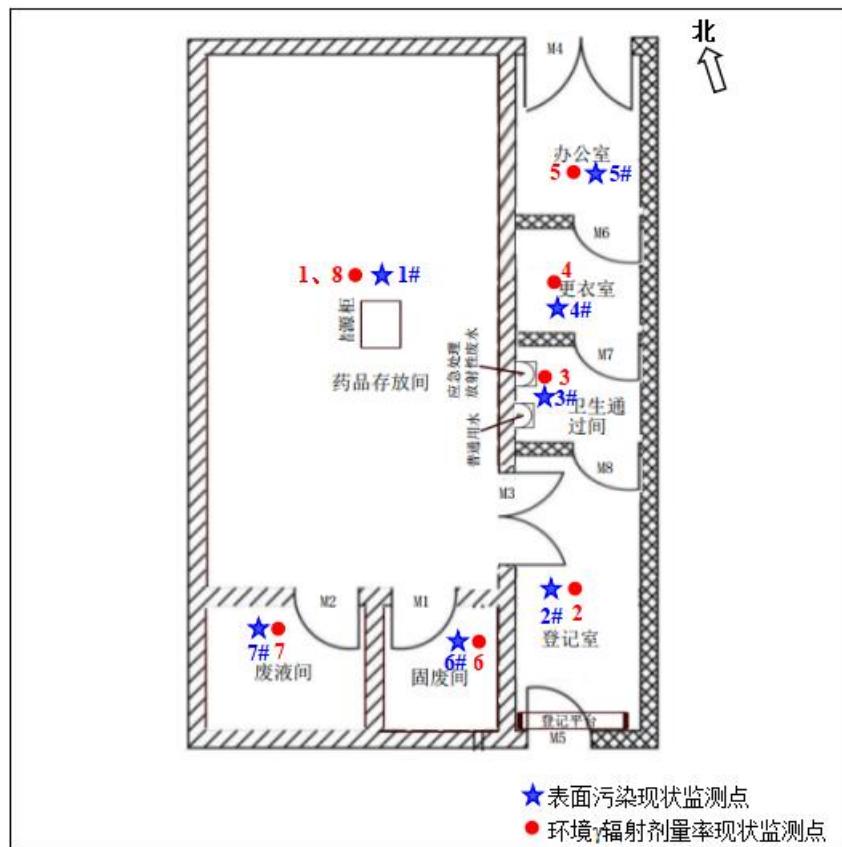


图 8-1 放射性药品仓库内现状监测点位图

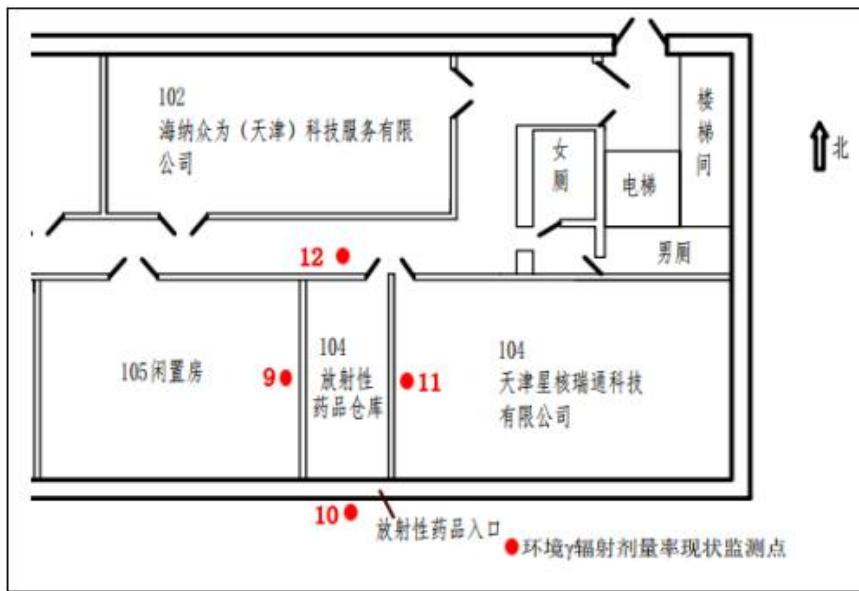


图 8-2 放射性药品仓库外现状监测点位图

4.2.1 监测因子及方法

本项目辐射环境质量现状监测因子及方法见下表。

表 8-1 监测因子及方法

监测对象	监测因子	监测方法
陆地 γ 辐射	环境 γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
表面污染	α 、 β 表面污染	《表面污染测定 第1部分 β 发射体($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)

4.2.2 监测布点

根据本项目放射性核素的污染特征,结合放射性药品仓库及其周围布局条件,布设辐射环境监测点位,具体见下表。

表 8-2 监测布点

监测对象	监测布点
陆地 γ 辐射	项目选址、周边环境及有代表性的环境保护目标处各布设1个监测点
表面污染	拟建放射性药品仓库内部布设监测点位

4.2.3 监测仪器

本项目辐射环境现状监测设备如下表所示。

表 8-3 辐射环境现状监测设备

监测对象	监测因子	监测仪器名称	检定证书编号	有效期
陆地 γ 辐射	环境 γ 辐射剂量率	环境监测用 X 、 γ 辐射空气比释动能率仪	DLjl2024-14563	2025年09月28日
表面污染	α 、 β 表面污染	α 、 β 表面污染测量仪	DLhd2024-06892	2025年12月30日

4.2.4 监测时质量保证措施

- (1) 监测仪器经计量部门检定,并在检定有效期限内。
- (2) 测量前、后检查仪器的工作状态是否良好,并用检验源对仪器进行校验。
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布标准,监测人员经考核并持有证书上岗。
- (4) 由专业人员按照操作规程操作监测仪器,并认真做好记录。
- (5) 监测数据严格实行校对、校核、审定三级审核制度,专人负责质量保证及核查、检查工作。

4.2.5 监测结果及分析

本项目环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-4。

表 8-4 环境 γ 辐射剂量率现状监测结果

点位序号	监测点位描述	测量值(nGy/h)

1	拟建药品存放间	99	
2	拟建登记室	81	
3	拟建卫生通过间	94	
4	拟建更衣室	88	
5	拟建办公室	90	
6	拟建固废间	95	
7	拟建废液间	85	
8	拟建药品存放间上方 204 室	76	
9	拟建放射性药品仓库西侧 105 室	84	
10	拟建放射性药品仓库南侧园区空地	95	
11	拟建放射性药品仓库东侧天津星核瑞通科技有限公司	91	
12	拟建放射性药品仓库北侧走廊	68	

注：环境 γ 辐射剂量率未扣除宇宙射线相应值。

由上表可知，本项目拟建放射性药品仓库及选址周边 γ 辐射剂量率为（68~99）nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），处于天津市室内 γ 辐射剂量率范围（48.0~140.4）nGy/h 内，室外环境 γ 辐射剂量率为 95nGy/h，处于天津市原野 γ 辐射剂量率范围（36.0~99.7）nGy/h 内。

本项目表面污染现状监测结果见表 8-5。

表 8-5 表面污染现状监测结果

点位序号	监测点位描述	α 表面污染检测结果 (Bq/cm ²)	β 表面污染检测结果 (Bq/cm ²)
1#	拟建药品存放间	未检出	0.040
2#	拟建登记室	未检出	0.077
3#	拟建卫生通过间	未检出	0.041
4#	拟建更衣室	未检出	0.086
5#	拟建办公室	未检出	0.068
6#	拟建固废间	未检出	0.047
7#	拟建废液间	未检出	0.044

由上表可知，拟建放射性药品仓库选址区域内 α 表面污染水平小于最低探测限值， β 表面污染水平为（0.04~0.086）Bq/cm²， α 、 β 表面污染水平监测结果均未发现异常。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 放射性药品包装形式

国控天津公司进行放射性药品贮存和销售。根据建设单位提供资料，拟销售的放射性药品包装分为内包装和外包装两部分。内包装贴有标签，标签注明药品品名、放射性比活度、装量。外包装贴有商标、标签、说明书和放射性药品标志，说明书注明生产单位、批准文号、批号、主要成分、出厂日期、放射性核素半衰期、适应症、用法、用量、禁忌症、有效期和注意事项等。

内包装主要为盛装放射性药品的各种容器(如液体使用玻璃安瓿瓶或金属封口的小玻璃瓶、固体使用橡皮塞的小玻璃瓶、气体则用密封安瓿瓶等)。

外包装根据射线类型采用不同材料，主要为铅罐、马口铁罐、密封罐、塑料、金属铝，保护外容器不受损伤，防止污染。外包装外的运输包装使用木箱、纸箱等，保护外包装容器不受损伤，防止污染。

内外包装之间通常采用纸、棉絮、海绵、泡沫塑料等材料用于防震和吸收作用。

2. 放射性药品购买、贮存、销售工作流程及产排污环节

国控天津公司拟采用订单销售方式，销售部与使用单位签订销售合同后，直接向生产厂家购买放射性药品，由国控天津公司委托有资质的第三方运输单位将放射性药品运输至本项目拟建的放射性药品仓库，在放射性药品仓库进行到货验收，验收后当天入库、贮存和出库。根据不同使用单位的使用需求安排发货时间，第三方运输单位在约定时间内将放射性药品运输至使用单位。

本项目放射性药品仓库只涉及放射性药品货包的到货验收检查（含外观检查、货包表面的剂量率和表面污染监测）、入库、贮存、出库，不涉及货包拆包、分装等操作。国控天津公司不承担放射性药品运输，所有货包均由有资质的第三方运输单位进行运输。

放射性药品购买、贮存、销售流程及产污环节详见图9-1。

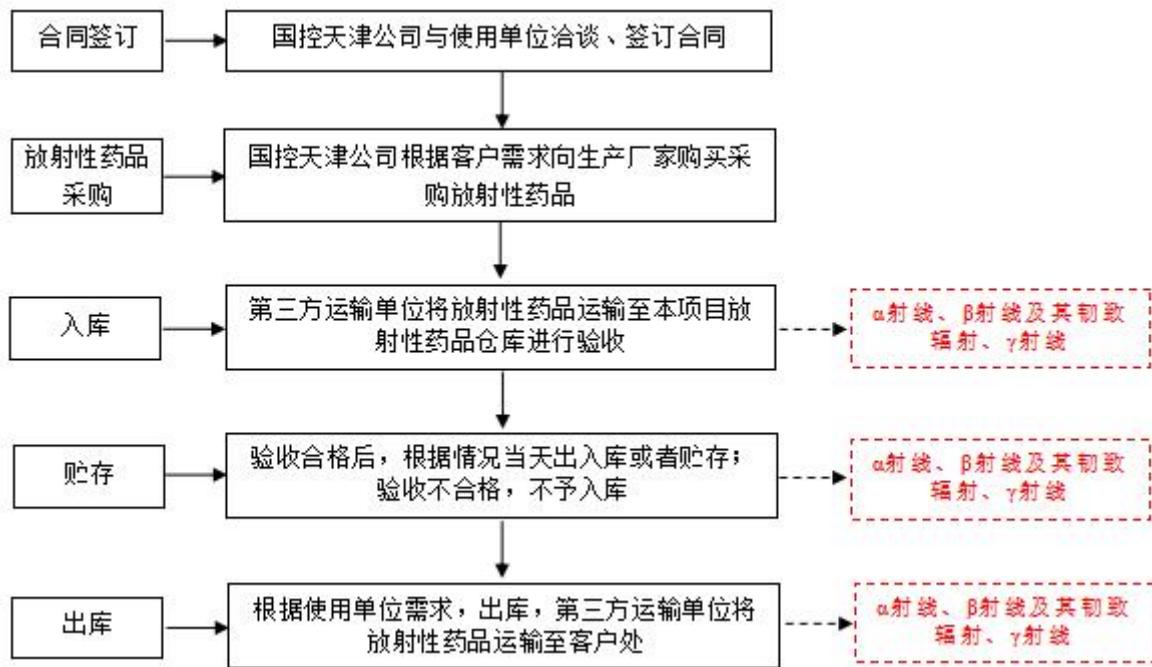


图 9-1 放射性药品购买、贮存、销售流程工作流程及产排污环节示意图

3. 放射性药品仓库工作流程及产排污环节

国控天津公司为放射性药品仓库配备了 8 名辐射工作人员，包含 2 名安全管理人员和 6 名工作人员。

放射性药品仓库的工作流程可分为 3 个环节，具体为（1）放射性药品货包入库环节；（2）放射性药品货包贮存环节；（3）放射性药品货包出库环节。

3.1 入库环节工作流程及产污环节

国控天津公司与使用单位签订合同后，按照使用时间向生产厂家购买放射性药品，由国控天津公司委托有资质的第三方运输单位将放射性药品货包运至放射性药品仓库进行验收和贮存。

入库环节具体流程如下：

（1）使用单位向国控天津公司提出放射性药品使用需求和委托购买需求。国控天津公司依据双方确认的订单和委托单向生产厂家提出放射性药品购买订单和使用时间。

（2）生产厂家根据购买订单和使用时间准备放射性药品。准备完成后，确定启运时间，第三方运输单位向国控天津公司提交《放射性药品货包入库申请单》。

（3）国控天津公司工作人员进行线上审核，审核通过后打印审核确认单，由工作人员电话通知第三方运输单位可以启运，第三方运输单位告知货包到达放射性药品仓库的时间。仓库工作人员根据实际情况，提前安排好货包的存放位置。

(4) 送源人员负责将放射性药品货包运输至放射性药品仓库外（即登记室门 M5 外），送源人员将货包经登记平台移交给仓库的工作人员。

(5) 仓库工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪在登记室对货包进行清点核对（生产单位、批准文号、批号、出厂日期、放射性核素活度等相关信息）、检查（检查货包外包装是否破损）、检测（货包表面 X-γ 辐射剂量率水平和表面污染水平），确保货包满足《放射性物品安全运输操作规程》（GB 11806-2019）中规定的要求，并进行记录。

(6) 验收合格后，仓库工作人员和送源人员填写《放射性药品货包入库登记表》，仓库工作人员将放射性药品货包放置在推车上，利用推车将放射性药品货包推运至药品存放间内，再手动将货包放置到储源柜内暂存，完成入库。

如入库的放射性药品货包经检测不满足 GB 11806-2019 中规定的要求（货包表面 X-γ 辐射剂量率水平和表面污染水平），经工作人员进行擦拭去污后（擦拭过程中产生的擦拭物作为放射性固体废物管理）仍不能合格的，不予入库，由送源人员退回生产厂家。货包入库环节工艺流程及产排污情况详见图 9-2。

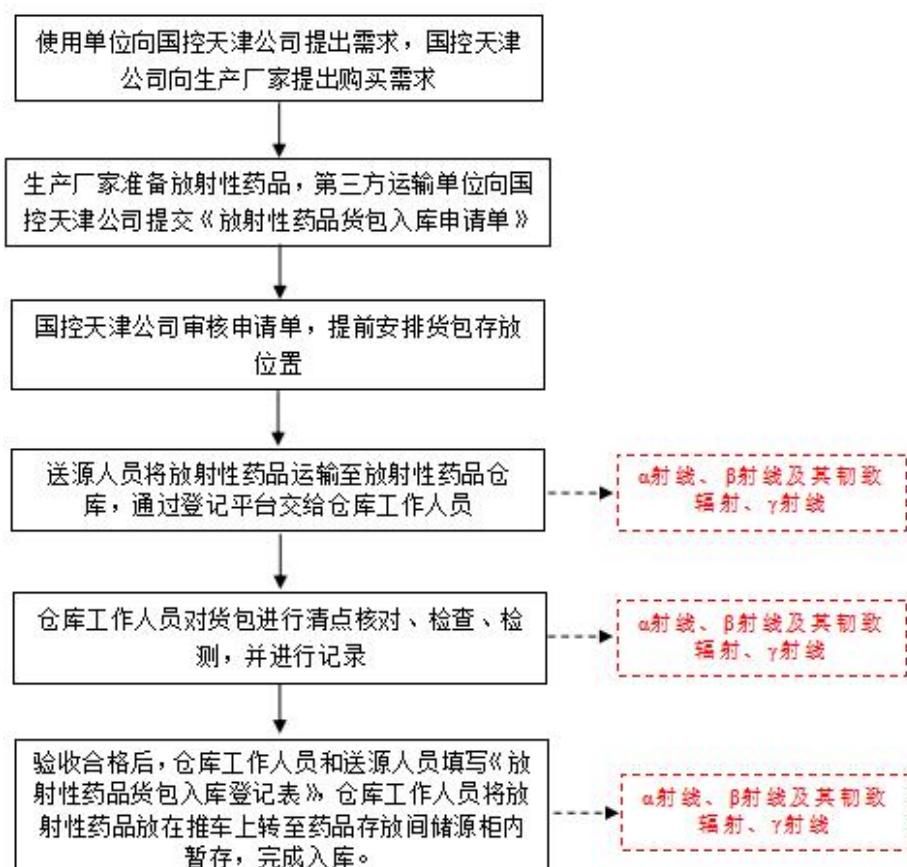


图 9-2 货包入库环节工艺流程及产排污示意图

3.2 贮存环节工作流程及产污环节

放射性药品到货验收后，根据不同使用单位的使用需求调整发货时间，由国控天津公司委托有资质的第三方运输单位在约定时间内将放射性药品运输至使用单位。

货包贮存期间会产生 α 射线、 β 射线及其韧致辐射、 γ 射线，对周围环境产生影响。

3.3 出库环节工作流程及产污环节

使用单位向国控天津公司提出使用需求后，国控天津公司按照使用时间委托第三方运输单位将放射性药品货包从仓库运输至使用单位。

出库环节具体流程如下：

- (1) 国控天津公司依据使用单位的需求准备放射性药品货包。
- (2) 第三方运输单位与使用单位确认时间后，第三方运输单位确定启运前向国控天津公司提交《放射性药品货包出库申请单》。
- (3) 国控天津公司负责人进行线上审核，审核通过后交由仓库工作人员打印审核确认单，由工作人员电话通知第三方运输单位可以启运。
- (4) 第三方运输单位的送源人员到达放射性药品仓库提取货包。仓库工作人员核对《放射性药品货包出库申请单》和运源人员的相关信息，确认无误后填写《放射性药品货包出库登记表》。
- (5) 仓库工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪将放射性药品货包取出，取出后对货包进行清点核对、检查、检测（货包表面 X - γ 辐射剂量率水平和表面污染水平），确保货包满足《放射性物品安全运输操作规程》（GB 11806-2019）中规定的要求，并进行记录。利用推车将放射性药品货包推运至登记平台，通过平台传递给运源人员。
- (6) 仓库工作人员和送源人员在《放射性药品货包出库登记表》上签字，取走货包完成出库。

货包出库环节工艺流程及产排污情况详见图 9-3。

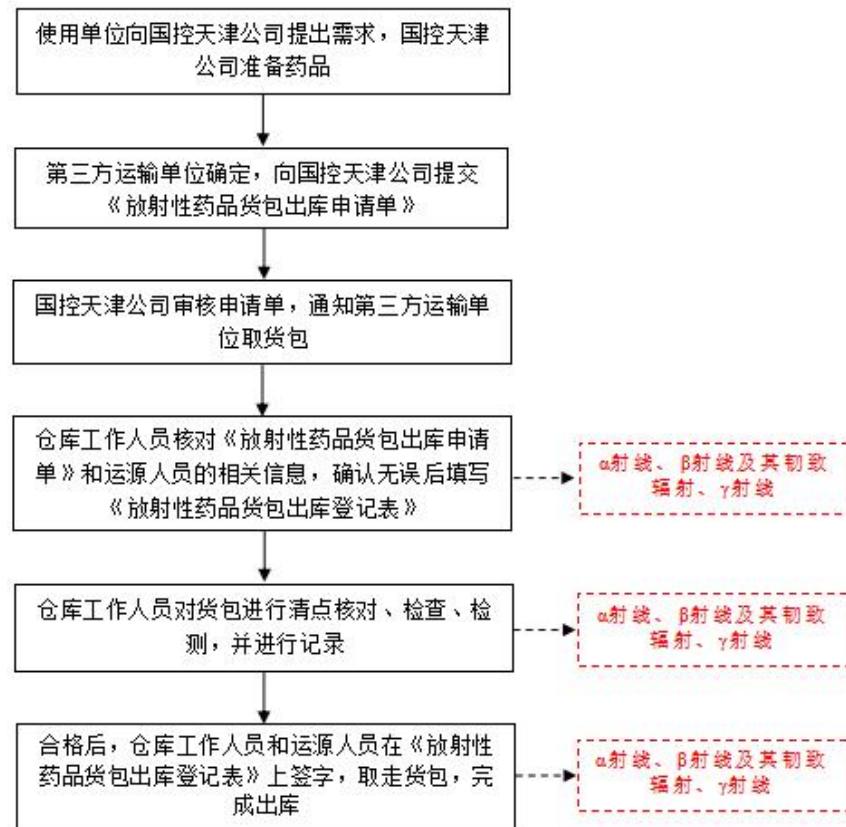


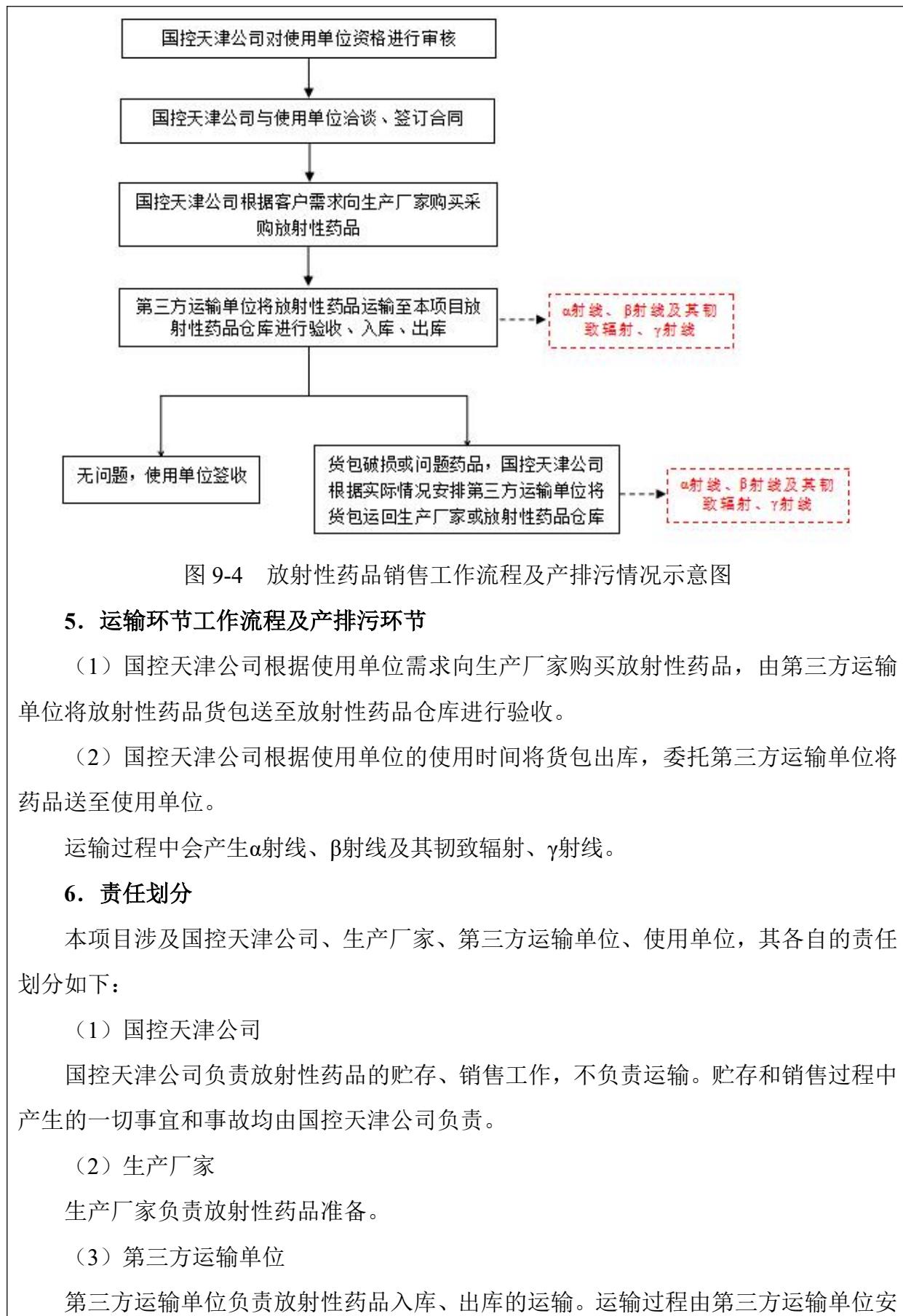
图 9-3 货包出库工艺流程及产排污情况示意图

4. 销售环节工作流程及产污环节

国控天津公司销售放射性药品的基本流程如下：

- (1) 销售部门对拟购置放射性药品的使用单位资格进行审查，主要审核客户是否取得环评批复、辐射安全许可证，批复及辐射安全许可证中包括的具体核素种类、活动种类等。如用户尚未获得环评批复、辐射安全许可证或批复范围不符合要求的则不销售。
- (2) 如确认拟购置放射性药品的客户资格符合要求，双方就放射性药品的种类、数量、活度等参数等进行确认，并签订合同。
- (3) 国控天津公司向生产厂家购买放射性药品。
- (4) 第三方运输单位将放射性药品送至仓库，验收合格后入库、贮存、出库。出库的货包如无问题则使用单位进行书面签收；如货包破损或有问题药品则使用单位通知国控天津公司将货包退回，国控天津公司根据实际情况安排第三方运输单位将货包运回生产厂家或放射性药品仓库。

本项目放射性药品销售工作流程及产排污情况详见图 9-4。



排辐射工作人员负责，运输过程环境影响、受照剂量由第三方运输单位另行评价。

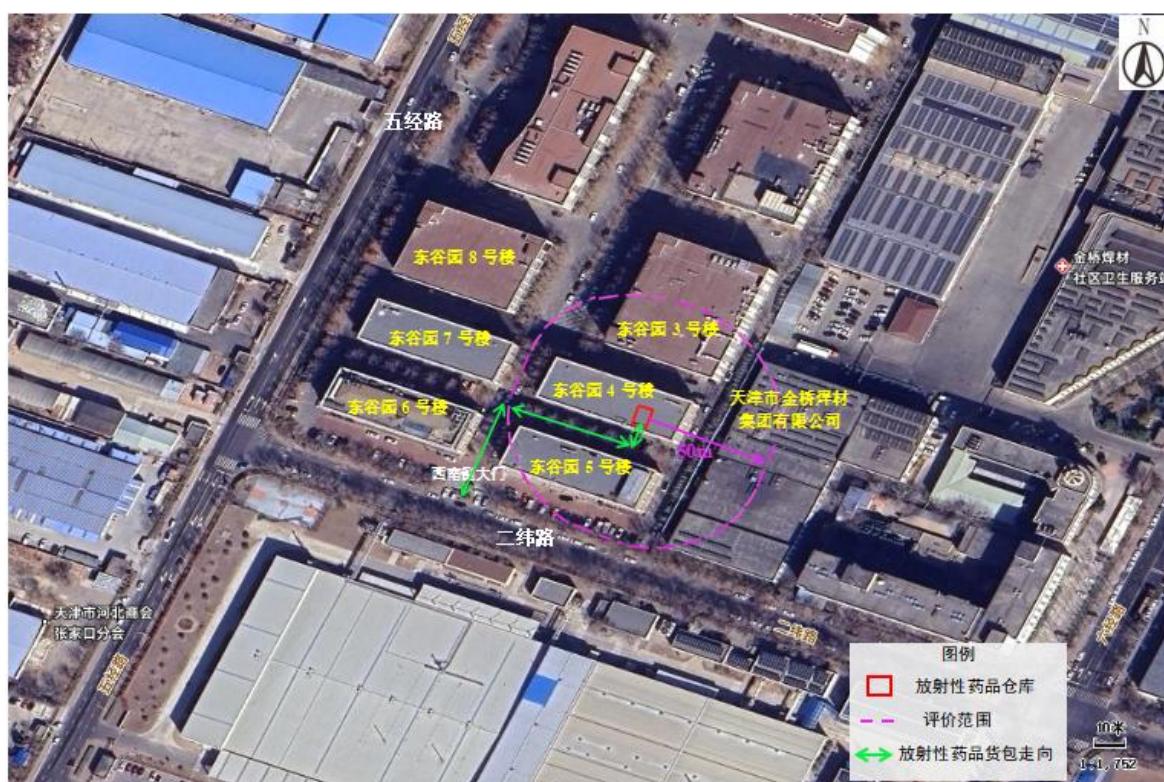
(4) 使用单位

使用单位使用放射性药品需要履行核技术利用项目环评手续，取得环评批复，申领辐射安全许可证，同时需配备一定数量的监测设备和辐射工作人员，辐射工作人员需持证上岗。使用过程中产生的一切事宜和事故均由使用单位负责。

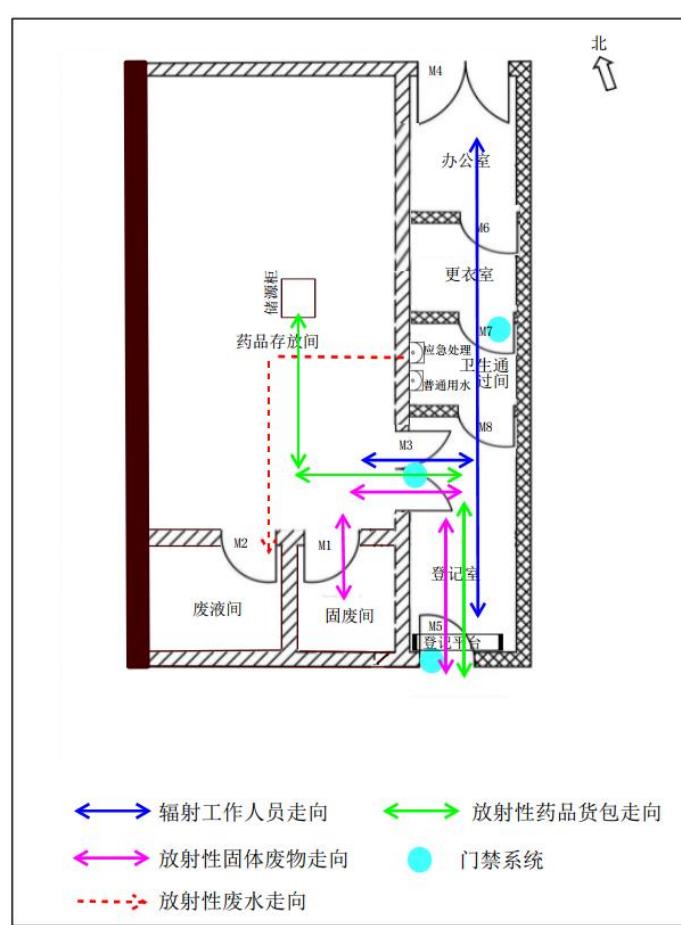
7. 人流、物流走向

为避免交叉污染，本项目放射性药品仓库设计采取“人流、物流、废物流分开”的原则，设有人流、物流、废物流通道。

本项目人流、物流、废物流走向示意图见图 9-5。



(1) 货包运输车辆园区内走向



(2) 放射性药品仓库内部走向

图 9-5 人流、物流、废物流走向示意图

7.1 人流

由图 9-5 可知，辐射工作人员每天由北侧 M4 人员门进入办公室，经 M6 进入更衣室，在更衣室进行更衣后，经 M7（设有门禁）进入卫生通过间，随后经 M8 进入登记室，在登记室对放射性药品货包进行清点核对、检测，确认无误后利用推车将货包通过药品存放间门 M3（设有门禁）送至药品存放间的储源柜进行贮存。工作结束后，原路返回。工作人员离开时，必须通过卫生通过间的表面污染监测仪监测表面污染达标后方可离开。

7.2 放射性药品货包走向

由图 9-5 可知，第三方运输单位运输放射性药品货包从园区西南侧大门进入到达放射性药品仓库外，送源人员将货包取下送至登记室外（送源人员不能进入仓库内部），经登记室门的登记平台传递给登记室的辐射工作人员。登记室南侧门 M5 设有门禁系统，门内设置登记平台，平台的宽度大于登记门 M5 的宽度，正常情况下不可以移动，可以

有效阻挡送源人员进入登记室内部。

辐射工作人员在登记室对放射性药品货包进行清点核对、检测，确认无误后利用推车将货包送至药品存放间的储源柜进行贮存。在该过程中做好台账记录。货包原路出库，在出库过程中也需要监测合格并确认无误后方可出库。

国控天津公司在每次货包运输时均避开园区内工作人员进、出高峰时间，且在送达之前或货包出厂前需向房屋产权人天津帝达投资股份有限公司进行报备（进出场的人员信息、车辆数量、时间）。根据国控天津公司报备情况，合理安排进出场的方式和时间，确保进出场时园区内的工作人员远离运输路线，避免受到不必要的照射。

7.3 放射性固体废物走向

由图 9-5 可知，放射性固体废物在固废间暂存衰变后，经检测合格后经 M1、M3、M5 运出，作为危险废物委托有资质的单位处理。

7.4 放射性废水走向

由图 9-5 可知，卫生通过间设置 2 套排水系统，含 1 套普通排水系统（设有 1 个普通洗手池，正常供水）和 1 套应急排水系统（设有 1 个污染洗消专用洗手池，独立的排水系统，正常情况下不供水，仅在事故情况下供水）。普通洗手池和污染洗消专用洗手池中间用玻璃挡板进行隔离，日常玻璃挡板位于污染洗消专用洗手池处，如需使用，则用磁吸钥匙触碰开关将玻璃挡板推至普通洗手池侧，人员可在污染洗消专用洗手池处进行紧急清洗。

日常清洗在普通洗手池，清洗废水沿污水管道排入东谷园园区内污水管网，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入污水处理厂进一步处理。

事故状态下辐射工作人员在污染洗消专用洗手池（1 套独立的应急排水系统）清洗产生的废水经收集后沿专用独立的下水管道排至废液间的衰变罐（衰变罐位于废液间地上），暂存衰变满足要求后，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入污水处理厂进一步处理。

污染源项描述

1. 放射性核素衰变特性及参数

本项目涉及使用的放射性核素衰变特性详见下表。

表 9-1 放射性核素衰变特性参数表

序号	核素名称	衰变类型 (分支比, %)	主要α、β射线及能量(MeV)与绝对强度(%)	主要 X、γ射线能量(MeV)与绝对强度(%)	半衰期	毒性组别	理化性质	r周围剂量当量率常数 (裸源), μSv·m ² /(h·Bq)
----	------	------------------	-------------------------	-------------------------	-----	------	------	---

1	⁸⁹ Zr	β^+ (22.9)、 EC(79.1)	β^+ 0.905(22.74)	γ 0.909 (99.04) γ 0.511 (45.48)	3.27d	中毒	液态	1.63E-07
2	⁹⁰ Y	β^- (100)	β^- 2.288(100)	—	2.67d	中毒	液态	—
3	^{99m} Tc	β^- (0.01)、 IT (100)	β^- 0.436(0.004)	γ 0.140 (89.6)	6.02h	低毒	液态	3.03E-08
4	⁸⁹ Sr	β^- (100)	0.5861 (0.00964) 1.4951 (99.990)	0.90896(0.00956) 其他	50.5d	中毒	液态	—
5	⁷² Se	EC (100)	—	0.046 (58) XL 0.00128 (1.2) XK _β 0.0117 (9.5) XK _{α1} 0.0110508(21.1) XK _{α2} 0.0110544 (41)	8.4d	中毒	固态	—
6	¹⁷⁷ Lu	β^- (100)	β^- 0.4968 (90) β^- 0.384 (2.95) β^- 0.175 (6.7)	γ 0.2084 (11)	6.71d	中毒	液态	4.75E-09
7	¹³¹ I	β^- (100)	β^- 0.602(89.9)	γ 0.284 (6.14) γ 0.365 (81.7) γ 0.637 (7.17)	8.04d	中毒	液态	5.95E-08
8	¹²⁵ I	EC(100)	—	0.027, 0.028, 0.031, 0.036	60.1d	中毒	固态	1.65E-08
9	⁶⁸ Ga	β^+ (89.2)、 EC(10.6)	β^+ 1.9 (88.0)	γ 0.511 (178.6) γ 1.077 (3.0)	1.13h	低毒	液态	1.34E-07
10	¹⁸ F	β^+ (97)、 EC(3)	β^+ 0.63 (96.73)	γ 0.511 (193.46)	1.83h	低毒	液态	1.43E-07
11	⁷ Be	EC (100)	—	γ 0.4986 (10.44)	53.3d	低毒	液态	6.80E-09
12	²²³ Ra	α (100)	α 5.8713	γ 0.15421 (5.62) γ 0.2695 (13.7) γ 0.3239 (9.93) γ 0.3383 (2.79) XK _{α1} :0.08378(21.9)	11.4d	极毒	液态	4.75E-08

注：数据来源于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《ICRP Publication 107》。

2. 核素操作量及工作场所等级划分

2.1 放射性药品货包操作量

本项目放射性药品仓库贮存放射性药品货包操作量情况详见表 9-2。

表 9-2 放射性药品仓库贮存放射性药品货包操作量情况一览表

序号	核素名称	每个货包核素的最大活度 (Bq)	每天最大贮存货包数量 (个)	每天最大操作(贮存)量 (Bq)	年贮存天数 (d)	每年最大操作(贮存)量(Bq)
1	⁸⁹ Zr	1.67E+10	1	1.67E+10	250	4.18E+12

2	⁹⁰ Y	3.55E+10	1	3.55E+10	250	8.88E+12
3	^{99m} Tc	6.66E+10	2	1.33E+11	250	3.33E+13
4	⁸⁹ Sr	2.52E+10	1	2.52E+10	250	6.30E+12
5	⁷² Se	1.48E+08	1	1.48E+08	250	3.70E+10
6	¹⁷⁷ Lu	7.40E+10	5	3.70E+11	250	9.25E+13
7	¹³¹ I	7.40E+10	2	1.48E+11	250	3.70E+13
8	¹²⁵ I	6.66E+10	1	6.66E+10	250	1.67E+13
9	⁶⁸ Ga	2.96E+10	1	2.96E+10	250	7.40E+12
10	¹⁸ F	7.40E+10	2	1.48E+11	250	3.70E+13
11	⁷ Be	1.48E+08	1	1.48E+08	250	3.70E+10
12	²²³ Ra	7.40E+09	1	7.40E+09	250	1.85E+12
合计		19		9.80E+11	/	2.45E+14

2.2 场所分级

2.2.1 日等效最大操作量计算公式

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 C 规定的非密封放射源工作场所分级标准进行分级。日等效最大操作量计算方法如下：

$$\text{放射性核素日等效最大操作量} = \frac{\text{实际日操作量} \times \text{核素毒性组别修正因子}}{\text{操作方式与放射源状态修正因子}}$$

2.2.2 分级依据及计算参数

非密封源工作场所的分级依据见表 9-3，放射性核素毒性组别修正因子见表 9-4，操作方式与放射源状态修正因子见表 9-5。

表 9-3 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~ 2×10^7

表 9-4 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 9-5 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

2.2.3 分级计算

根据本项目放射性核素的毒性组别、操作方式、放射源状态、日最大操作量, 查《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中各核素的毒性组别及操作修正因子, 场所的分级计算如下。

本项目放射性药品仓库日等效最大操作(贮存)量及工作场所分级详见表 9-6。

表 9-6 放射性药品仓库日等效最大操作(贮存)量及工作场所分级一览表

序号	核素名称	每天最大操作(贮存)量(Bq)	物理性质	操作方式	操作因子	毒性级别	毒性组别修正因子	日等效最大操作(贮存)量(Bq)
1	⁸⁹ Zr	1.67E+10	液态	源的贮存	100	中毒	0.1	1.67E+07
2	⁹⁰ Y	3.55E+10	液态	源的贮存	100	中毒	0.1	3.55E+07
3	^{99m} Tc	1.33E+11	液态	源的贮存	100	低毒	0.01	1.33E+07
4	⁸⁹ Sr	2.52E+10	液态	源的贮存	100	中毒	0.1	2.52E+07
5	⁷² Se	1.48E+08	固态	源的贮存	1000	中毒	0.1	1.48E+04
6	¹⁷⁷ Lu	3.70E+11	液态	源的贮存	100	中毒	0.1	3.70E+08
7	¹³¹ I	1.48E+11	液态	源的贮存	100	中毒	0.1	1.48E+08
8	¹²⁵ I	6.66E+10	固态	源的贮存	1000	中毒	0.1	6.66E+06
9	⁶⁸ Ga	2.96E+10	液态	源的贮存	100	低毒	0.01	2.96E+06
10	¹⁸ F	1.48E+11	液态	源的贮存	100	低毒	0.01	1.48E+07
11	⁷ Be	1.48E+08	液态	源的贮存	1	低毒	0.01	1.48E+06
12	²²³ Ra	7.40E+09	液态	源的贮存	100	极毒	10	7.40E+08
合计								1.37E+09

由表 9-6 可知, 放射性核素的日等效最大贮存量为 1.37E+09Bq, 处在 2E+07Bq~4E+09Bq 之间, 属于乙级非密封放射性物质工作场所。

3. 正常工况污染途径

3.1 辐射

本项目使用的放射性核素的衰变类型及产生的主要射线种类等见下表。

表 9-7 放射性核素的衰变类型及产生的主要射线种类

核素名称	衰变类型	产生的主要射线种类	外照射主要考虑射线种类
^{18}F 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Zr	β^+ 、EC	β 射线、 γ 射线	β 射线及其所致轫致辐射、 γ 射线
^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr	β^-	β 射线、 γ 射线	β 射线及其所致轫致辐射、 γ 射线
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	β^- 、IT	β 射线、 γ 射线	β 射线及其所致轫致辐射、 γ 射线
^{90}Y	β^-	β 射线	β 射线及其所致轫致辐射
^{72}Se 、 ^{125}I 、 ^{7}Be	EC	γ 射线	γ 射线
^{223}Ra	α	α 射线、 γ 射线	α 射线、 γ 射线

由操作流程及放射性核素的衰变类型及产生的主要射线种类表可知，正常工况放射性药品货包出入库、贮存过程中主要污染因子包括： α 射线、 β 射线以及轫致辐射、 γ 射线。

(1) α 射线

本项目贮存 ^{223}Ra 过程中会产生 α 射线。

(2) β 射线及其轫致辐射

本项目贮存放射性核素 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 过程中会产生 β 射线， β 射线穿过周围物质时将产生轫致辐射。

(3) γ 射线

本项目贮存 ^{89}Zr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{125}I 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 过程中会产生 γ 射线。

3.2 放射性三废

(1) 放射性废水、放射性废气

本项目正常情况下不产生放射性废水、放射性废气。

(2) 放射性固体废物

① 不合格货包擦拭废弃物

固废间内设置 2 个铅垃圾桶，用于收集正常工况下不合格货包擦拭废弃物。检测不合格货包擦拭去污废物保守按每个货包 0.5kg 计，保守按每周出库、入库各 1 个货包(共

2 个），则每周产生的擦拭物为 1kg，每年 50 周，则年产生量为 50kg。

② 问题药品

放射性药品仓库内的固废间内设置铅垃圾桶，用于放置退回或召回的放射性药品。问题药品保守按每个货包 20kg 计，保守按每季度出现问题药品货包 1 个，则年产生量为 80kg。

③ 破损药品

货包入库后或者出库前发生破损的，工作人员将放射性药品货包运至固废间进行暂存衰变。破损药品保守按每个货包 20kg 计，保守按每季度出现破损药品货包 1 个，则年产生量为 80kg。

综上，正常工况下放射性固体废物的产生量为 210kg/a。

3.3 非放射性三废

(1) 运营期产生的生活污水，依托园区现有排水设施，经园区污水总排口排入市政污水管网，最终排入张贵庄污水处理厂进一步处理。

(2) 本项目运营期产生的固体废物包括：

①工作人员日常办公产生的生活垃圾；

②日常清洁废物（如一次性湿纸巾等）；

③排风系统每年更换的废活性炭（经处置事故状态放射性废气排放的废活性炭）。

运营期产生的生活垃圾、日常清洁废物和定期更换的活性炭作为一般固体废物交当地城市管理部门处理。

4. 事故工况污染途径

4.1 事故工况场景分析

根据本项目放射性药品仓库的使用功能、放射性药品货包的包装方式、操作流程，本项目可能产生的事故工况有以下 3 种情况：

(1) 放射性药品货包丢失或被盗，流失到社会，可能对公众和周围环境造成外照射影响。

(2) 放射性药品货包在入库、贮存、出库过程中发生跌落、碰撞，导致放射性药品货包破损、泄漏，可能产生放射性废气，可能污染储源柜、药品存放间等，甚至造成手和皮肤的污染，造成工作人员外照射和表面污染。

(3) 对放射性药品仓库管理不到位，无关人员进入受到不必要的外照射。

4.2 事故工况污染因子

（1）放射性废水

放射性废水主要来自放射性药品货包发生泄漏、洒落事故时，工作人员进行表面沾污擦拭后的手部清洗。放射性沾污场所表面污染洗消过程中，地面首先需用一次性抹布、一次性吸水纸等清理干净，并监测合格后再拖地，不会有拖地废水产生。

每次事故最多 2 名工作人员进行清洗，清洗水按 50L/（人·次）考虑。因此放射性废水产生量为 0.1m³/次。

事故状态下辐射工作人员在污染洗消专用洗手池（1 套独立的应急排水系统）清洗产生的废水经收集后沿专用独立的下水管道排至废液间的衰变罐（衰变罐位于废液间地上），暂存衰变满足要求后，经园区污水总排口排入市政污水管网，最终排入张贵庄污水处理厂进一步处理。

（2）放射性废气

放射性药品货包在入库、贮存、出库过程发生破损、泄漏事故时，¹⁸F、^{99m}Tc、⁶⁸Ga、¹³¹I 等放射性药品会产生少量的放射性气溶胶废气。

本项目放射性药品均存在于带铅罐的包装内，且铅罐内设置固定装置防止装有放射性药品的包装药瓶发生倾倒，铅罐内加防泄漏材料或吸附棉进行防护。货包同时发生破损、泄漏的概率极小，考虑单种放射性药品发生泄漏，且药瓶中核素全部撒漏，根据单个货包中核素药品容量，其泄漏的量极少，发生撒漏后，挥发性较小，工作人员穿戴防护手套、防护口罩、防护服等及时采取屏蔽及去污措施后，不会大量挥发。

本项目放射性药物挥发性较小，放射性气体泄漏至放射性药品仓库室内，放射性药品仓库拟设置 1 套排风系统，活性炭吸附装置设置在固废间室顶上方夹层内。发生泄漏事故时打开排风系统，事故状态下产生的放射性气溶胶废气经排风系统引至活性炭吸附装置吸附后，通过放射性药品仓库南侧 21m 高排风管道在高于所在建筑物屋顶排放。

（3）放射性固体废物

① 表面污染擦拭废物

在对工作场所放射性表面污染进行清洁过程中，需用到一次性抹布、一次性吸水纸、一次性手套等，其产生量大约为 4kg/次。

② 废活性炭

仓库排风系统设置活性炭吸附装置（装填量为 10kg），发生事故时更换的活性炭按

放射性固体废物处理，暂存于放射性药品仓库固废间暂存衰变后作为危险废物交有资质单位处理。

综上，事故工况下放射性固体废物的产生量为 14kg/次。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1. 放射性药品仓库布局与分区

1.1 布局

本项目拟将东谷园 4 号楼 104 室西侧工业用房改造为放射性药品仓库, 用于贮存含 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{125}I 等共计 12 种核素的放射性药品。改造后放射性药品仓库西侧墙距离 105 室东墙 0.5m, 放射性药品仓库南北长 9.73m, 东西宽 6.36m, 净高约 2.7m, 占地面积约 61.88m^2 。

改造前 104 室现有平面布局图见图 10-1。

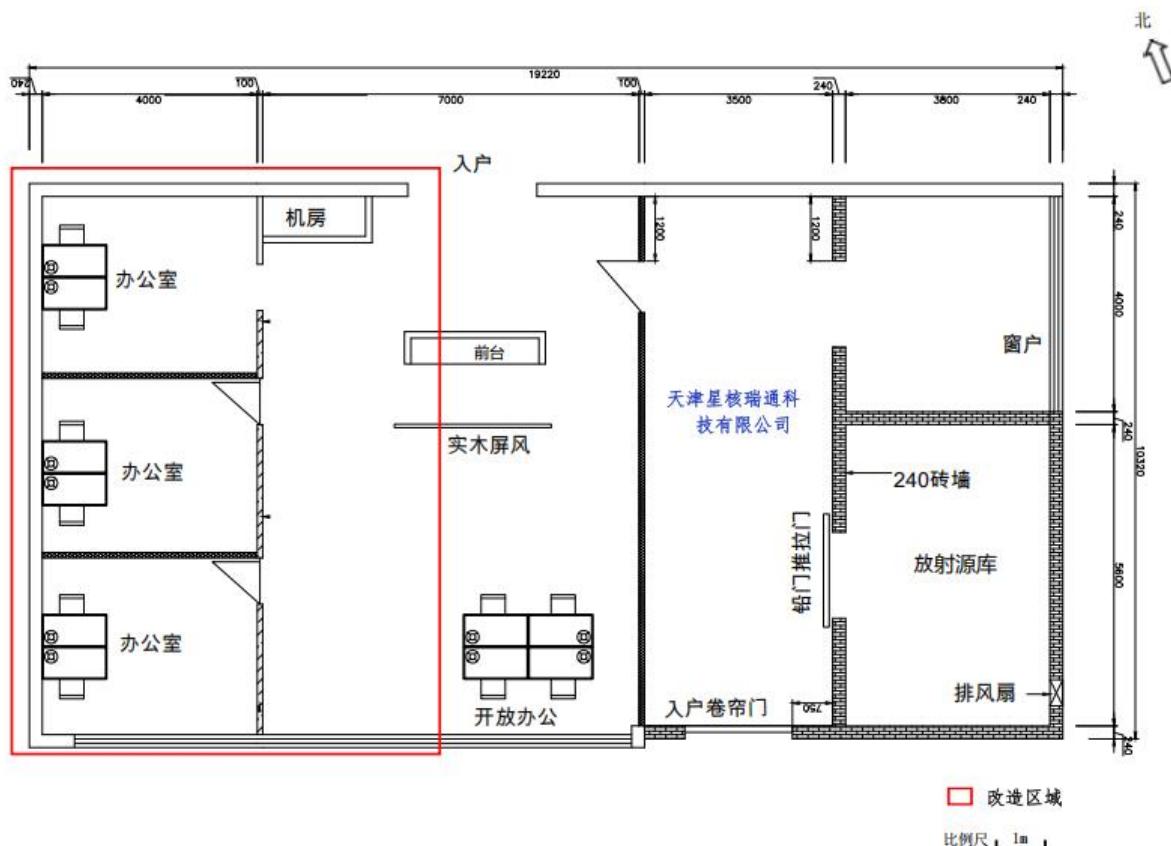


图 10-1 104 室改造前平面布局图

改造后放射性药品仓库平面布局见图 10-2。

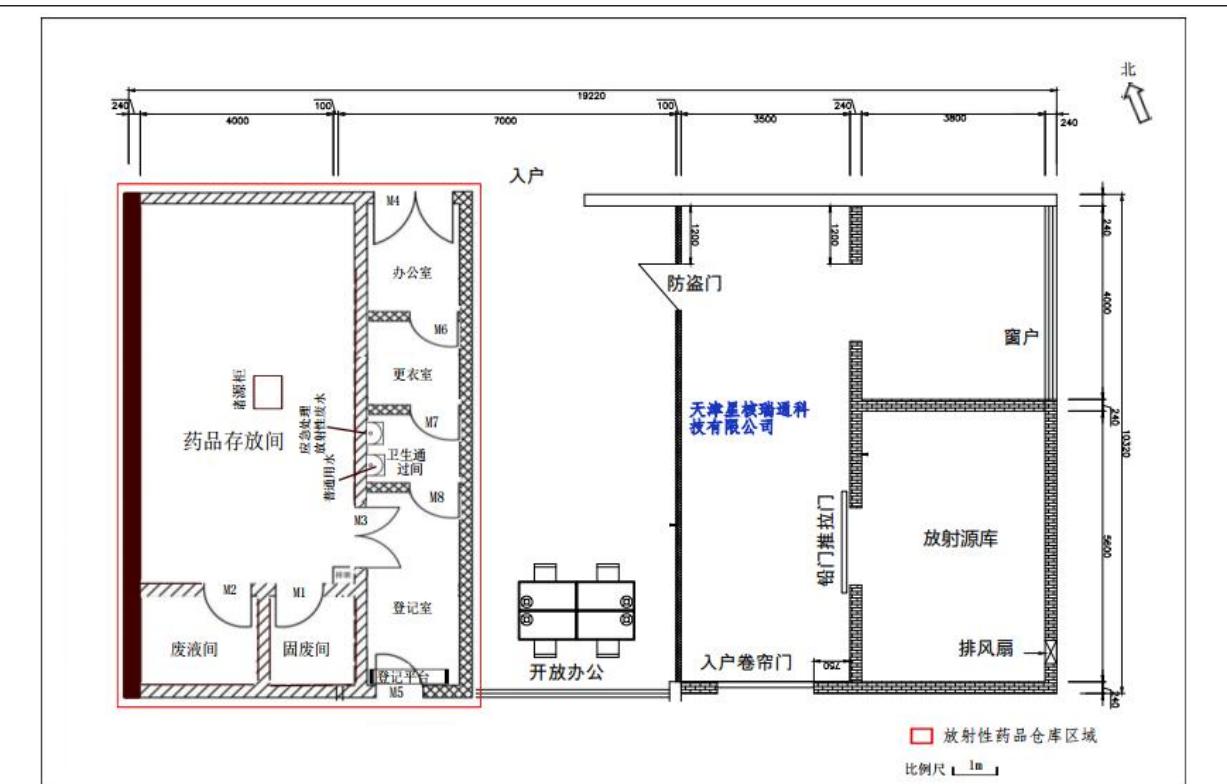


图 10-2 改造后放射性药品仓库平面布局图

由图 10-1 和图 10-2 可知, 本项目改造不拆除现有建筑物墙体, 通过在 104 室内部设置隔断墙将放射性药品仓库分为药品存放间、办公室、更衣室、卫生通过间、登记室、固废间、废液间, 并在药品存放间、废液间、固废间分别设置 1 道防护门。药品存放间位于放射性药品仓库西北侧, 固废间、废液间位于南侧, 卫生通过间、登记室、更衣室、办公室位于东侧, 放射性操作场所和非放射性操作场所相对独立、有明确的分隔, 结合附图 2 和现场实际情况可知, 拟建放射性药品仓库周围包含园区内其他单位、走廊、闲置房间、园区内道路,

国控天津公司在每次货包运输时避开园区内工作人员进、出高峰时间, 放射性药品货包运输时段, 周围活动人员较少。因此, 从辐射防护角度, 放射性药品仓库总体平面布局合理。

1.2 分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的要求, 应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制, 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, 对控制区运用行政管理程序(如工作许可证制度)和联锁装置限制进入。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。

参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中对控制区和监督区的划分,国控天津公司拟在登记室门口设置登记平台,登记平台的宽度大于登记室门的宽度,正常情况下不可以移动,可以有效阻挡送源人员进入登记室。

控制区需要最优化的辐射屏蔽和冗余的安全联锁系统,入口设置明显的电离辐射警告标志,标志图形、颜色、字体等均按照GB 18871-2002规定要求设置,预防潜在照射及事故照射的发生。只有经授权的辐射工作人员才能进入监督区进行操作,公众不允许进入。相应场所入口处设置“控制区”“监督区”标识牌。

结合定义与现场实际,本项目放射性药品仓库的控制区和监督区划分见表 10-1。

表 10-1 本项目工作场所控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
放射性药品仓库	药品存放间、固废间、废液间、卫生通过间、登记室	办公室、更衣室、放射性药品仓库东侧相邻区域天津星核瑞通科技有限公司办公区、放射性药品仓库西侧墙外 0.3m(西侧墙距离 105 室东墙 0.5m)、北侧、南侧墙外 1m
管理要求	控制区内禁止外来无关人员进入,辐射工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留,以减少不必要的照射;控制区的进出口及其他适当位置设置醒目的电离辐射警告标志。	拟采用适当的手段划出监督区的边界,放射性药品仓库西墙位于 104 室内距离 105 室东墙 0.5m,西墙外至 105 室东墙内空间无人员进入,在东侧、北侧墙、南墙外外 1m 处拟设置监督区标识;在监督区入口处适当地点设立表明监督区的标牌;定期检测监督区的辐射剂量。

本项目放射性药品仓库的控制区和监督区划分见图 10-3。

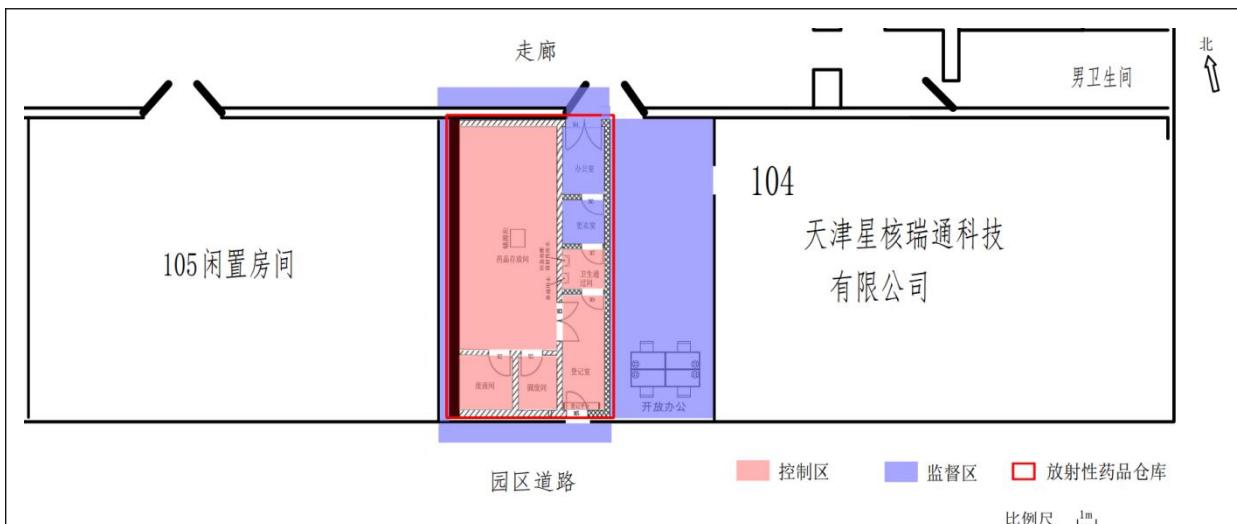


图 10-3 放射性药品仓库控制区与监督区划分示意图

由图 10-3 可知，本项目放射性药品仓库控制区、监督区划分明确、独立，控制区出入口设有卫生通过间，卫生通过间设有洗手盆和去污设备，为辐射工作人员提供必要冲洗设施和表面污染监测设备，防止控制区的污染扩散，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护分区管理要求。

2. 辐射安全和防护设施

2.1 辐射防护屏蔽

本项目放射性药品仓库所在 104 室高度约为 7.0m，室顶材料约为 160mm 混凝土，放射性药品仓库建成后，拟建四侧屏蔽墙体高度为 3.0m，吊顶净高为 2.7m，吊顶上方拟设置 150mm 厚混凝土。

本项目放射性药品仓库的辐射防护屏蔽设施具体情况见表 10-2。

表 10-2 放射性药品仓库的辐射防护屏蔽设施一览表

场所名称	四侧墙体/材料	室顶/材料	防护门
药品存放间	北侧、南侧、东侧：240mm 实心砖 +30mm 硫酸钡 西侧：360mm 实心砖+30mm 硫酸钡	放射性药品仓库吊顶上方 150mm 混凝土、104 室屋顶材料 160mm 混凝土	M3：3mm 铅当量 铅钢结构防护门 (双开，设置门禁)
固废间	四侧：240mm 实心砖+30mm 硫酸钡	160mm 混凝土	M1：普通木门 (单开)
废液间	北侧、南侧、东侧：240mm 实心砖 +30mm 硫酸钡 西侧：360mm 实心砖+30mm 硫酸钡	160mm 混凝土	M2：普通木门 (单开)
办公室	西侧：240mm 实心砖+30mm 硫酸钡 东侧、南侧：120mm 轻钢龙骨石膏板	10mm 矿棉板 +50mm 彩钢板	M4：玻璃门(双开) M6：普通木门 (单开)

更衣室、卫生通过间	西侧: 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡 东侧、南侧、北侧: 120mm 轻钢龙骨石膏板	10mm 矿棉板 +50mm 彩钢板	M7: 普通木门 (单开, 设置门禁) M8: 普通木门 (单开)
登记室	西侧: 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡 东侧、南侧、北侧: 120mm 轻钢龙骨石膏板	10mm 矿棉板 +50mm 彩钢板	M5: 防盗门 (单开, 设置门禁)

注: ①混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$, 铅密度为 $11.34\text{g}/\text{cm}^3$, 钡水泥密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

②本项目放射性药品仓库四侧墙体屏蔽高度为 3m, 室顶净高 2.7m。

放射性药品仓库辐射防护屏蔽设施示意图见图 10-4。

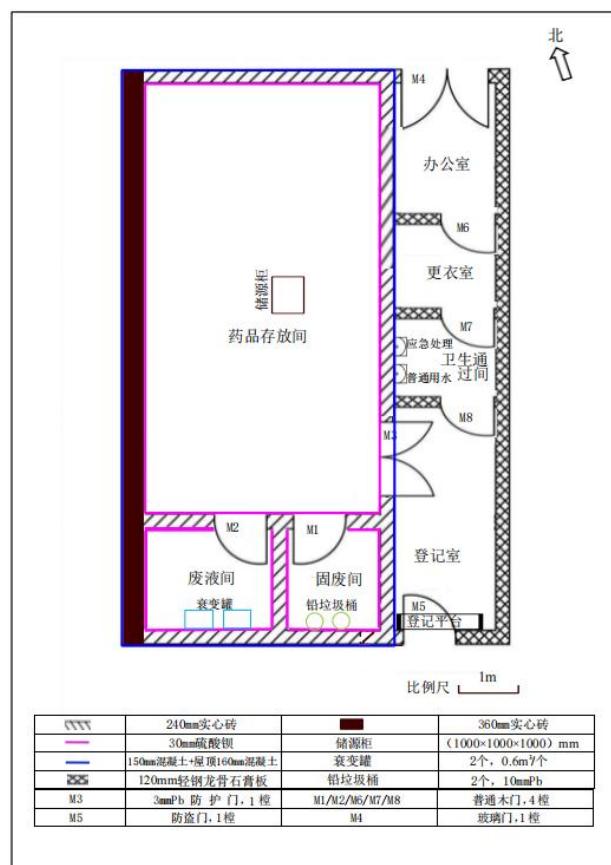


图 10-4 放射性药品仓库辐射防护屏蔽设施示意图

2.2 储源柜、铅垃圾桶、衰变罐

本项目拟配备的储源柜、铅垃圾桶、衰变罐具体见表 10-3。

表 10-3 拟配备的储源柜、铅桶、衰变罐

名称	数量	规格型号	铅当量	位置
储源柜	1	长 1000mm×宽 1000mm×高 1000mm	25mmPb	药品存放间
铅垃圾桶	2	直径 325mm×高 400mm	10mmPb	固废间
衰变罐	2	0.6m ³ /个	/	废液间

（1）储源柜

本项目在药品存放间内部设置了定制的放射性药品储源柜，储源柜共四层，每层设置 12 个隔间，储源柜外部整体为 25mm 铅当量的铅板和 25mm 铅当量的铅防护门，隔断采用不锈钢。放射性药品货包按照半衰期长短和药品状态在储源柜内从上往下摆放，储源柜内隔间门上张贴有各类放射性药品货包的标签，用于明确各货包的摆放位置，减少入库出库的时间，方便第一时间找到所需药物。储源柜需保持清洁、无破损，不得存放其他物品。

（2）铅垃圾桶

固废间设置 2 个铅垃圾桶，用于存放不合格货包擦拭去污废物、废活性炭、事故状态下表面污染擦拭废弃物。

（3）衰变罐

废液间设置 2 个衰变罐，总容积 $1.2m^3$ （每个罐 $0.6m^3$ ），用于存放事故状态下工作人员清洗产生的放射性废水。

4. 辐射安全和防护措施

（1）分区管理

国控天津公司拟对放射性药品仓库实行分区管理，将药品存放间、固废间、废液间、卫生通过间、登记室划为控制区，将办公室、更衣室、放射性药品仓库东侧墙外天津星核瑞通科技有限公司办公区、南侧墙外 1m 的园区道路、北侧墙外 1m 的走廊、西侧墙外 0.3m 位置（西侧墙距离 105 室东墙 0.5m）划为监督区。其中控制区与监督区的交界处设置登记平台（M5 设置门禁系统）和卫生通过间（M7 设置门禁系统），可以防止无关人员进入控制区；放射性药品仓库东侧墙外人员无法到达，放射性药品仓库东侧、北侧、南墙外 1m 处拟设置监督区标识，在监督区入口处适当地点设立表明监督区的标牌，可以有效阻止无关人员靠近。

（2）门禁系统

药品存放间防护门（M3）、南侧药品通过门（M5）、卫生通过间门（M7）拟设置门禁系统，无关人员不能进入，可有效避免人员误入引起意外照射或放射性药品货包丢失、被盗。

（3）电离辐射警告标识

拟在固废间（M1）、废液间（M2）、药品存放间防护门（M3）、南侧药品通过门

(M5)、卫生通过间门(M7)、铅垃圾桶、衰变罐、储源柜等上张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

(4) 视频监控

拟在药品存放间内对角线上设置2个摄像头、登记室内设置1个摄像头、放射性药品仓库南墙外设置1个摄像头，可实时对放射性药品仓库内部和外围进行监管，可以有效防止无关人员进入，防止放射性药品丢失、被盗。监视器设置在放射性药品仓库的办公室内，摄像头监控与辐射工作人员手机网络连通，可实现24h监控。

(5) 剂量监测

拟在放射性药品仓库内设置1套固定式剂量监测系统，用于监测药品存放间的周围剂量当量率。探头设置于药品存放间内，显示屏安装在登记室墙上，并在药品存放间外设置探测报警装置。当药品存放间内辐射水平超过仪器设定阈值($2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$)时，报警装置报警。

(6) 入侵报警装置

拟在药品通过门(M5)、人员门(M6)外设置入侵报警装置，强制打开防护门则触发报警装置，可以有效防止放射性药品货包丢失、被盗。

(7) 表面污染监测

卫生通过间配备1台表面污染监测仪，工作人员进入卫生通过间携带表面污染监测仪进入登记室，进行放射性药品货包到货时的表面污染监测，从登记室离开的工作人员在携带表面污染监测仪进入卫生通过间进行表面污染监测，监测合格可以离开；如表面污染水平超出控制标准，应进行去污清洁后再监测，直至合格后方可离开。

(8) 监测仪器

国控天津公司拟配备4台个人剂量报警仪、1台X- γ 剂量率仪、1台表面污染仪，用于日常巡测和应急监测。拟为本项目每名辐射工作人员配备个人剂量计，共8台个人剂量计，并定期送至有资质的检测部门进行检测。

(9) 应急物资配备

① 拟配备一次性放射性污染防护服防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂和喷雾、小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔(水溶性油墨)、塑料袋、酒精湿巾、胶带、标签不透水的塑料布、一次性镊子等应急用品。

② 固废间设置2个铅垃圾桶，用于存放事故状态下产生的放射性固体废物。

③ 废液间设置 2 个衰变罐，用于存放事故状态下产生的放射性废水。

放射性药品仓库辐射安全和防护措施图见图 10-5。

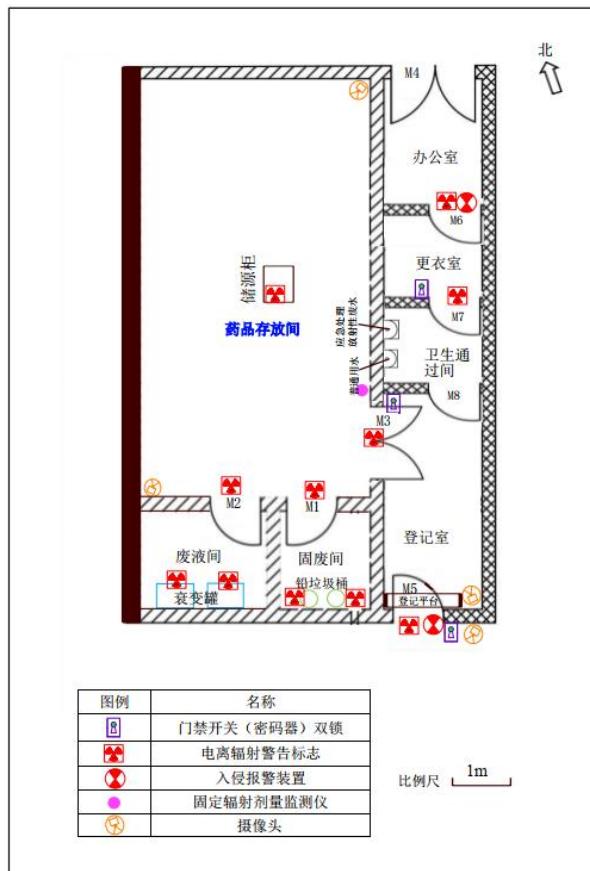


图 10-5 放射性药品仓库辐射安全和防护措施图

本项目放射性药品仓库防护措施参考《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 相关规定，可满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 相关规定。

5. 管理措施

(1) 专用场所

放射性药品仓库不得存放其他非放射性药品，也不得作为临时杂物间等储存杂物。

(2) 放射性药品货包出入库台账

拟制定放射性药品货包台账登记制度，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。明确放射性药品货包的流向，并安排专人进行台账管理，定期进行台账核查，做到交接账目清楚、账物相符，台账登记资料至少保存一年。

(3) 放射性药品货包出入库监测

入库药物在登记平台(送源人员不可以进入)进行表面沾污水平和表面剂量率水平检测，检测合格的转运至药品存放间内进行贮存，不合格的进行擦拭去污达标后再转运

至药品存放间内进行贮存，若擦拭去污仍不能合格的返回生产厂家。擦拭过程中产生的擦拭物作为放射性固体废物管理。

出库药物在登记平台进行表面污染水平和剂量率水平检测，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，若擦拭去污仍不能合格的，不予入库。拟将每次检测记录登记在台账上，并由工作人员、运源人员进行签名确认。

（4）定期检查

工作人员应每天核对、检查放射性药品货包存放情况。发现放射性药品货包账物不符的，应及时查找；查找不到下落的，应立即报告单位主管部门和所在地公安机关。

辐射工作人员应每天检查视频监控系统、入侵报警系统、门禁系统。上述系统出现故障后，应确保在 48h 内恢复功能，超出 48h 不能恢复功能的，应报告天津市公安机关。

（5）国控天津公司在取得辐射安全许可证并满足《互联网危险物品信息发布管理规定》、《关于加强互联网购销放射性同位素和射线装置安全管理的通知》要求后，方可在本单位网站发布放射性同位素和射线装置产品信息。

6. 其他设施设计

本项目放射性药品仓库深化设计，还满足以下要求：

- （1）仓库内外环境整洁，库区地面硬化；墙、顶光洁，地面平整，门窗结构严密。
- （2）仓库内设置专用的空调用于调节温湿度，还设置了温湿度监测仪器，并与温湿度监控系统相连接，确保实时监测仓库内温湿度。
- （3）设置充足的照明，确保仓库正常使用过程亮度满足要求。
- （4）药品存放间内设置惰性气体灭火器。
- （5）放射性药品仓库采用机械通风，可以防止蚊虫鼠蚁的进入；仓库地面高于园区内部道路地面，可以防止雨水灌入放射性药品仓库。

7. 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要用于对放射性药品仓库采取的辐射屏蔽防护设施和措施等，辐射防护与环保投资总计约 77 万元，约占总投资的 77%，环保投资明细如下表所示。

表 10-4 辐射防护与环保投资一览表

序号	项 目	投资估算 (万元)	备注
1	辐射屏蔽防护	50	药品存放间、固废间、废液间等房间墙体、防护门的屏蔽防护

2	个人剂量报警仪	1	配备 4 台
3	个人剂量计	0.5	配备 8 套
4	X- γ 剂量率仪	2.5	配备 1 台
5	固定式剂量监测系统	1	配备 1 套
6	表面污染仪	3	配备 1 台
7	储源柜	10	配备 1 个
8	铅垃圾桶	2	配备 2 个
9	通风措施	2	通风措施
10	排水措施	2	2 个衰变罐
11	其他	3	一次性应急物品、警示标志、环境监测、工作状态指示灯、门灯联锁等
合计		77	—

三废的治理

1. 正常工况下放射性三废处理

(1) 放射性废水、放射性废气

本项目正常情况下不产生放射性废水、放射性废气。

(2) 放射性固体废物

正常工况下产生的放射性固体废物为：① 不合格货包擦拭废弃物；② 问题药品；③ 破损的放射性药品。

退回或召回的放射性药品原则上送回生产厂家处理，不能送回生产厂家处理的放射性药品则运至固废间进行暂存衰变。货包入库后或者出库前发生破损的，工作人员将放射性药品货包运至固废间进行暂存衰变。

放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有⁶⁸Ga、¹⁸F、^{99m}Tc 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物，暂存时间超过 30 天，含有⁸⁹Zr、⁹⁰Y、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹²⁵I、⁷Be、²²³Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

2. 事故工况下放射性三废处理

2.1 放射性废气处理措施

根据工程分析，¹³¹I 等具有挥发性的放射性药品货包发生撒漏事故时，会产生少量的放射性废气。

国控天津公司拟在放射性药品仓库药品存放间、固废间、废液间设置机械排风口，连接至排风管道，排风口高于本建筑屋顶。在发生事故时打开排风系统，放射性废气经专用活性炭吸附装置吸附后，通过放射性药品仓库南侧 21m 高排风管道在高于所在建筑物屋顶排放。

放射性药品仓库排风示意图见图 10-6。

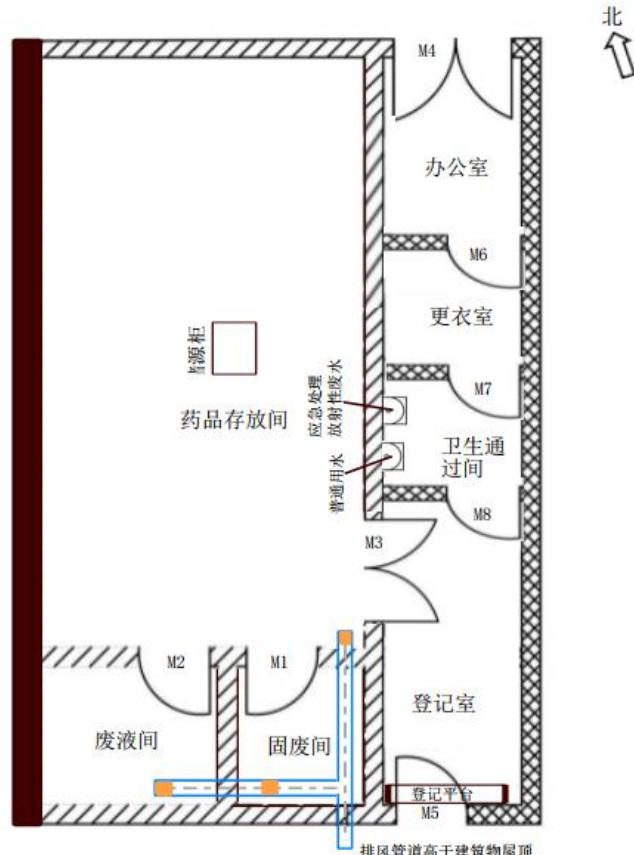


图 10-6 放射性药品仓库排风示意图

排风系统安装的活性炭吸附装置应不影响通风效率，事故状态下更换的废活性炭等过滤材料暂存在固废间内，经衰变并经检测满足清洁解控水平后作为危险废物委托有资质的单位处理。

综上所述，本项目排风系统满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中工作场所通风要求，可保证放射性废气得到合理处置。

2.2 放射性废水处理措施

(1) 收集

- ① 国控天津公司拟设置 1 套放射性废水衰变系统，用于接收事故状态下产生的放

射性废水。

② 本项目在卫生通过间设置 2 套排水系统，含 1 套普通排水系统（设有 1 个普通洗手池，正常供水）和 1 套应急排水系统（设有 1 个污染洗消专用洗手池，正常情况下不供水，仅在事故情况下供水）。普通洗手池和污染洗消专用洗手池中间用玻璃挡板进行隔离，日常玻璃挡板位于污染洗消专用洗手池处，如需使用，则用磁吸钥匙触碰开关将玻璃挡板推至普通洗手池侧，人员可在污染洗消专用洗手池处进行紧急清洗。

③ 卫生通过间上水配备有应急洗消处理设备。卫生通过间的污染洗消专用洗手池等选用自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。

（2）贮存

放射性废水衰变系统主要用于事故状态下产生的放射性废水。衰变罐放置于废液间地上，衰变罐有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液超压的措施。

本项目衰变罐内设液位计，当废水达到设定液位时液位计发出警报，提醒工作人员及时检查，防止废水溢出。

放射性废液衰变系统结构示意图见图 10-7。

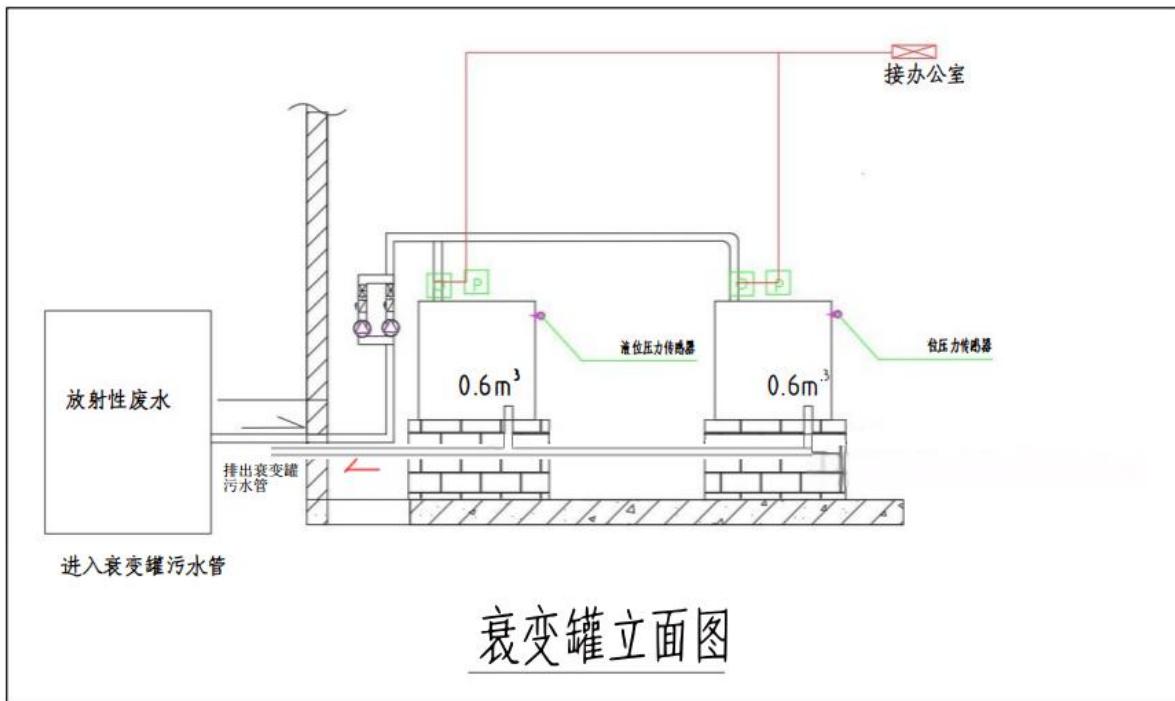


图 10-7 放射性废液衰变系统结构示意图

放射性废液衰变系统控制系统见图 10-8。

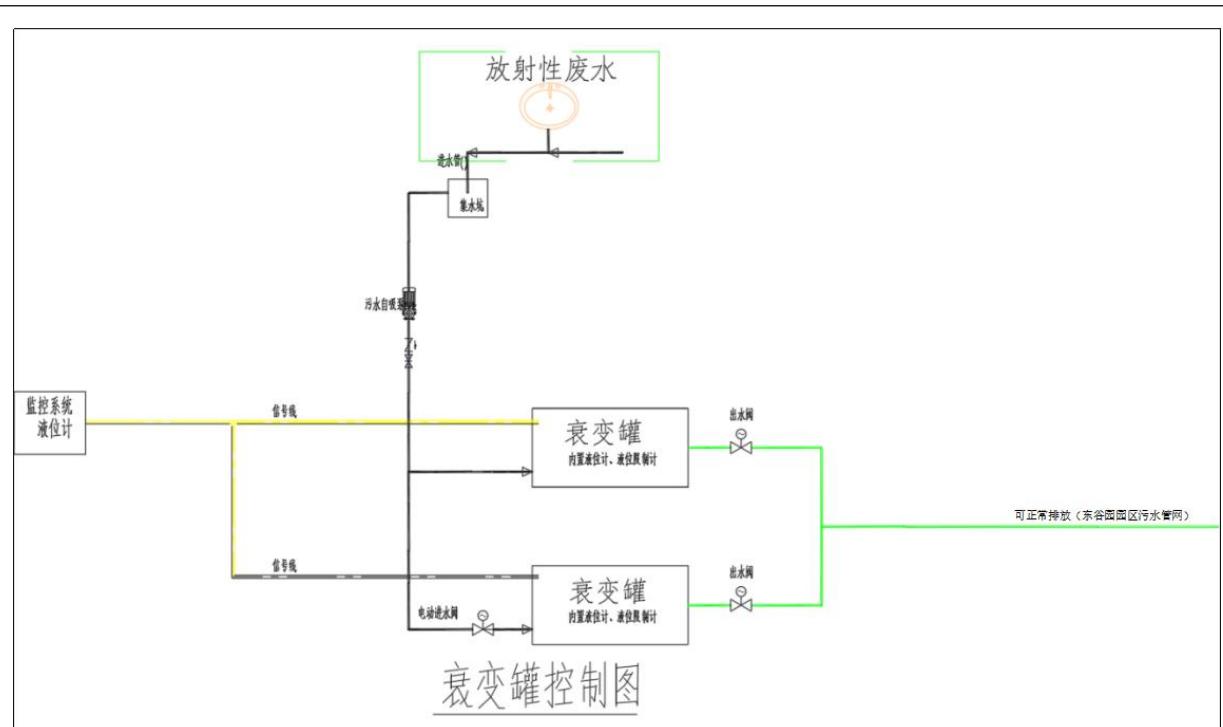


图 10-8 放射性废液衰变系统控制系统图

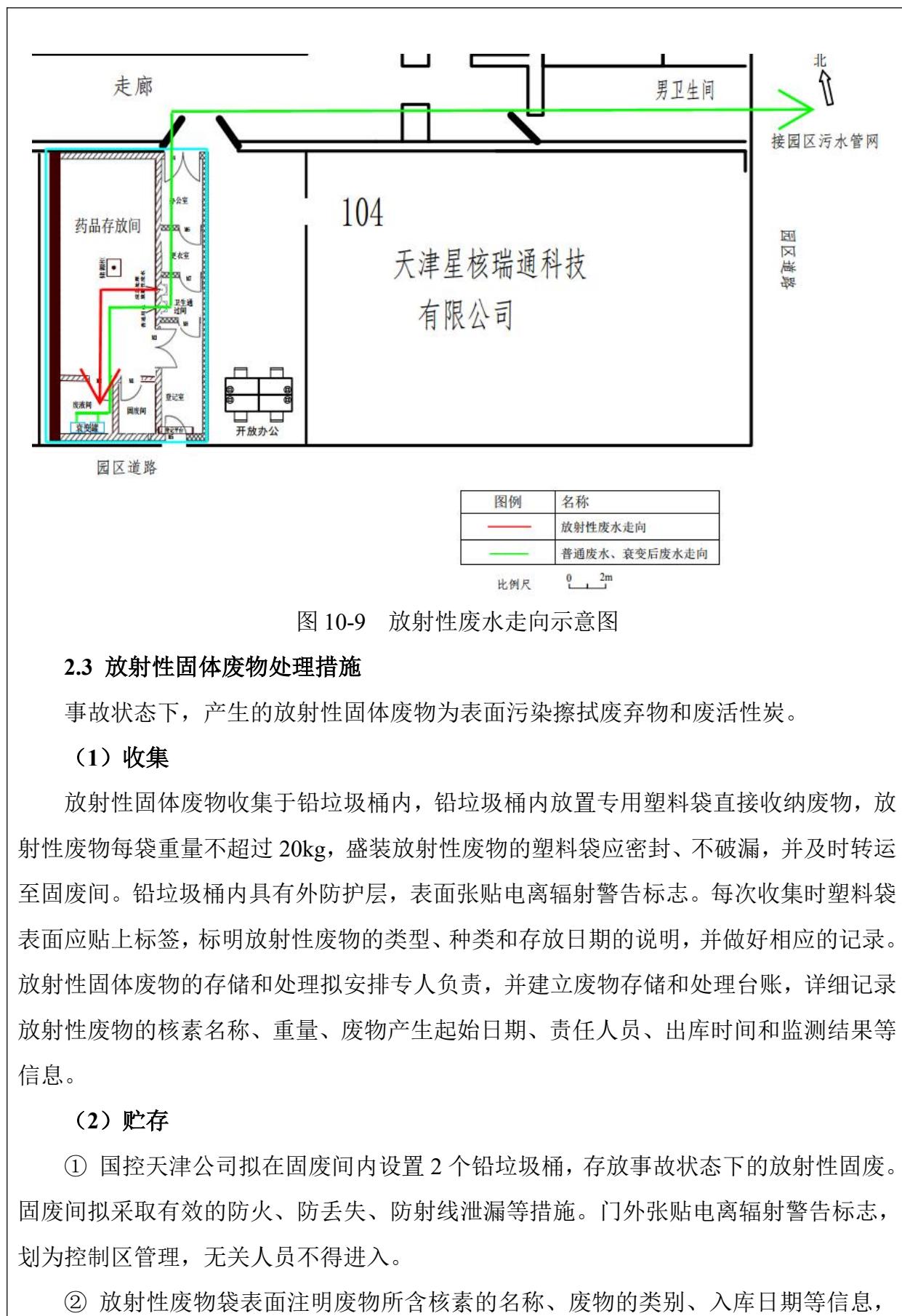
(3) 排放

① 事故状态下产生的放射性废水通过专用独立的管道排至衰变罐暂存，衰变系统包括 2 个衰变罐（1#~2#），单个衰变罐相互独立，功能相同，可通过阀门控制放射性废水进入衰变罐，其中含有⁶⁸Ga、¹⁸F、^{99m}Tc 核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存时间超过 30 天，含有⁸⁹Zr、⁹⁰Y、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹²⁵I、⁷Be、²²³Ra、¹³¹I 核素半衰期大于 24h 的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为¹²⁵I，半衰期为 60.1 天，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期（约 601 天），经检测达标（总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq），并经审管部门认可后，经园区污水总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。

国药控股天津有限公司及天津星核瑞通科技有限公司共同使用一个污水排放口，污水排放口的日常管理由天津星核瑞通科技有限公司负责，国药控股天津有限公司不承担相应责任。污水排放口日常监管协议见附件 9。

② 国控天津公司安排专人负责放射性废水的暂存和处理，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废水所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

放射性废水走向示意图见图 10-9。



并做好登记记录。

③ 固废间内不得存放其他物品。

(3) 处理

① 放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 ^{99m}Tc 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

② 国控天津公司安排专人负责放射性固体废物的存储和处理，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。

由于放射性固体废物暂存衰变后作为危险废物处理，则放射性药品仓库固废间同时应依据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）及《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）及相关法律法规进行管理，并对放射性药品仓库固废间进行如下安全措施：

① 满足“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”要求，地面硬化、防腐，室内地面和裙脚均做防渗处理，表面无裂缝，贮存容器置于底部托盘上，并设置警示标示。

② 废物贮存器均有明显标志，具有耐腐蚀、耐压、密封和不与所贮存的废物发生反应等特性。

③ 贮存场所内不得混放不相容危险废物，贮存容器内禁止混放不相容固体废物，禁止混入非危险废物。

④ 贮存场所内配备通讯设备、照明设施和消防设施等。

⑤ 建立危险废物贮存台账制度，做好危险废物出入库交接记录，危险废物转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。

⑥ 本项目产生的危险废物拟交由有资质的单位处理。在选择处置单位时，应选择具有危险废物经营许可证，能够提供专业收集、运输、贮存、处理处置及综合利用危险废物的企业，避免危险废物对环境的二次污染风险。在满足上述条件的情况下，本项目危险废物交由有资质单位处理，途径可行。

综上，国控天津公司放射性药品仓库固废间落实环评中提出的各项安全措施后，可满足本项目危险废物的贮存要求，本项目危险废物去向明确合理，预计不会对周边环境产生明显的不利影响。

3. 非放射性三废处理措施

本项目运行过程中产生的非放射性三废主要为工作人员产生的生活污水及生活垃圾。

本项目产生的生活污水经东谷园园区内污水总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理；生活垃圾定期由城市管理部门清运。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设过程主要依托天津星核瑞通科技有限公司租用的东谷园 104 室现有建筑，对房间内部改造施工，新建隔断重新布局，设置药品存放间、废液间、固废间、登记室、卫生通过间、更衣室及办公室等。并进行内部屏蔽施工，安装相关储源柜、衰变罐等设备。

按作业性质具体分为以下几个阶段：（1）清理场地阶段：拆除旧墙体、清理杂物；（2）改造施工阶段：屏蔽墙体、屋顶、防护门等施工；（3）扫尾阶段：清理现场等。

本项目建设阶段产生的污染物主要包括施工扬尘、生活污水、噪声、建筑垃圾。

（1）施工扬尘

施工期主要进行室内的隔墙防护、装修等作业，会产生少量扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在室内和施工现场附近区域，施工结束后即可消除影响。

（2）生活污水

施工期废水主要包括施工人员产生的生活污水，依托现有污水管网排放。

（3）噪声

施工过程中运输车辆和施工机具在运行时都将产生不同程度的噪声。本项目施工期较短，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，选用低噪声、低振动的施工设备，采取合理的施工时间，文明操作，避免夜间施工等措施，可有效减少噪声污染，且该噪声间歇性排放，施工期较短，随施工的结束而终止。

（4）建筑垃圾、生活垃圾

项目施工期间产生建筑垃圾、施工人员生活垃圾，清运的同时应做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。其中建筑垃圾严格按照管理部门制定的运输路线送至指定场所；施工人员生活垃圾由城市管理部门统一清运处置。

本项目建设阶段的环境影响是暂时性的，待施工结束后，受影响的环境因素大多可以恢复到现状水平。

运行阶段对环境的影响

本项目主要在放射性药品仓库内贮存放射性药品货包。根据表 9-1 和表 9-7 可知，本项目涉及 12 种核素会产生 α 射线、 β 射线及其韧致辐射、 γ 射线辐射影响。

一、 α 射线辐射环境影响分析

本项目涉及 α 射线的核素为 ^{223}Ra 。 α 射线的电离能力强，但在物质内的射程较短，一张纸或皮肤角质层就可以将其完全阻挡，一般无外照射风险。因此本项目核素产生 α 射线经水、铅罐等屏蔽后，对外几乎无辐射影响，可忽略不计。

二、 β 射线及其韧致辐射影响分析

1. 预测模式

(1) 屏蔽 β 辐射的最大射程对应的防护厚度

β 在低 Z 物质中的射程，与能量等于 β 最大能量的单能电子的射程是一样的，根据《辐射防护导论》中公式计算 β 射线屏蔽厚度：

$$d = \frac{R}{\rho} \dots \dots \dots \quad (11-1)$$

式中：

d : β 射线最大射程对应的屏蔽厚度，cm。当屏蔽材料的厚度大于等于 β 射线最大射程对应的屏蔽厚度时，即可将 β 射线完全屏蔽；

ρ : 屏蔽材料的密度， g/cm^3 ；

R : β 在低 Z 物质中的射程， g/cm^2 ，可以由下列经验公式计算：

$$R=0.412E^{(1.265-0.0954\ln E)} \quad (0.01 < E < 2.5\text{MeV} \text{ 时}) \quad (11-2)$$

E : β 射线的最大能量，MeV。

2. 源强确定

根据表 9-1 和表 9-7 可知，储源柜中共有 10 种核素（ ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{188}W 、 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{68}Ga 、 ^{59}Fe 、 ^{18}F ）会产生 β 射线，会对外环境造成一定的辐射影响。

3. 预测结果

(1) β 射线射程

根据公式 (11-1~11-2)，计算 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{188}W 、 ^{99m}Tc 、 ^{89}Sr 、 ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{68}Ga 、 ^{59}Fe 、 ^{18}F 核素衰变产生 β 射线在铅、实心砖、钡水泥、水、混凝土中的射程，具体见表 11-1。

表 11-1 放射性核素 β 射线射程表

核素	β 最大	铅中射程 cm	实心砖中射	钡水泥中射	水中射程	混凝土中射
----	------------	---------	-------	-------	------	-------

	能量 (MeV)	(密度 11.3g/cm ³)	程 cm(密度 1.65g/cm ³)	程 cm(密度 3.2g/cm ³)	cm (密度 1g/cm ³)	程 cm (密度 2.35g/cm ³)
⁸⁹ Zr	0.905	0.032	0.220	0.113	0.363	0.154
⁹⁰ Y	2.288	0.097	0.666	0.344	1.100	0.468
^{99m} Tc	0.436	0.012	0.082	0.042	0.135	0.057
⁸⁹ Sr	1.4951	0.060	0.409	0.211	0.675	0.287
¹⁷⁷ Lu	0.4968	0.014	0.098	0.051	0.162	0.069
¹³¹ I	0.602	0.019	0.128	0.066	0.212	0.090
⁶⁸ Ga	1.9	0.079	0.541	0.279	0.892	0.380
¹⁸ F	0.63	0.020	0.136	0.070	0.225	0.096

由表 11-1 可知, ⁸⁹Zr、⁹⁰Y、^{99m}Tc、⁸⁹Sr、¹⁷⁷Lu、¹³¹I、⁶⁸Ga、¹⁸F 核素衰变产生β射线在铅、实心砖、钡水泥、水、混凝土中的最大射程 1.1cm。本项目工作场所防护设计厚度 (240mm 实心砖、360mm 实心砖、3mm 铅板、5mm 铅板、110mm 混凝土) 均远大于β射线最大射程。因此核素衰变产生β射线对周围环境及工作人员的外照射影响可忽略不计。

三、β韧致辐射和γ射线辐射环境影响分析

1. 预测模式

根据《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019) 可知货包外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h, 其中货包表面的辐射水平已包含β韧致辐射和γ射线辐射水平。

本次屏蔽核算把单个货包当作一个整体的放射源(点源)进行考虑。根据周围剂量当量率与距离衰减的关系, 放射性药品仓库表面 0.3m 处的周围剂量当量率按下式进行估算:

$$H=H_0 \cdot \left(\frac{R_0}{R}\right)^2 \cdot \eta \quad (11-3)$$

式中:

H —为距源 R 米处的剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

H_0 —距源 R_0 米处的剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

R_0 —参考点与放射源的距离, m ; 本项目取 0.05m。

R —为计算点与放射源的距离, m 。

η : 屏蔽体的减弱系数。

$$\eta = \prod_{i=1}^n 10^{-x_i/TVL_i} \quad \dots \dots \dots \quad (11-4)$$

式中：

x_i ：第 i 种屏蔽体厚度，cm；

TVL_i ：第 i 种屏蔽体什值层厚度，cm。减弱系数，将实心砖厚度折算为按混凝土厚度进行计算。参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》中 (GBZ/T 201.2-2011) 表 1, 240mm 实心红砖相当于 168.5mm 混凝土；360mm 实心砖相当于 252.8mm 混凝土。

放射性核素屏蔽材料什值层厚度参数见表 11-2。

表 11-2 放射性核素屏蔽材料什值层厚度参数一览表

核素	γ 射线最大能量 (MeV)	铅什值层 (mm)	混凝土什值层 (mm)	钡水泥什值层 (mm)
^{89}Zr	0.909	33.6	280	140
^{90}Y	0.763	32.5	250	125
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	0.14	1	110	48
^{89}Sr	0.90896	33.6	280	140
^{72}Se	0.046	0.3	25	6.7
^{177}Lu	0.2084	5	150	67
^{131}I	0.637	25	200	116
^{125}I	0.036	0.17	15	4.5
^{68}Ga	1.077	45	300	150
^{18}F	0.511	16.6	176	100
^7Be	0.4986	16.6	176	100
^{223}Ra	0.3383	9.2	157	87.5

- 注：① 铅的密度 11.3g/cm^3 ，混凝土密度 2.35g/cm^3 ，钡水泥密度 3.2g/cm^3 ；
② ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的什值层取自《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 附录 I；其他核素什值层取自《辐射安全手册》；
③ ^{90}Y 的衰变类型为 β^- ，不产生 γ 射线，因此对应的什值层按 β 射线的最大能量取。 ^{90}Y 的 β 射线最大能量为 2.288MeV ，轫致辐射平均能量为 0.763MeV 。
④ ^{18}F 、 ^7Be 能量相近，对应的什值层保守按 0.511MeV 取值。

2. 剂量关注点

根据放射性药品仓库工作场所平面布局和周围环境分析，本次评价选取放射性药品仓库四周屏蔽墙外 0.3m 处和紧邻的有代表性的辐射工作人员和公众居留处作为剂量关注点，共 15 个关注点（其中 13#关注点为放射性药品仓库上方 204 室，未画出），

关注点位示意图见图 11-1。

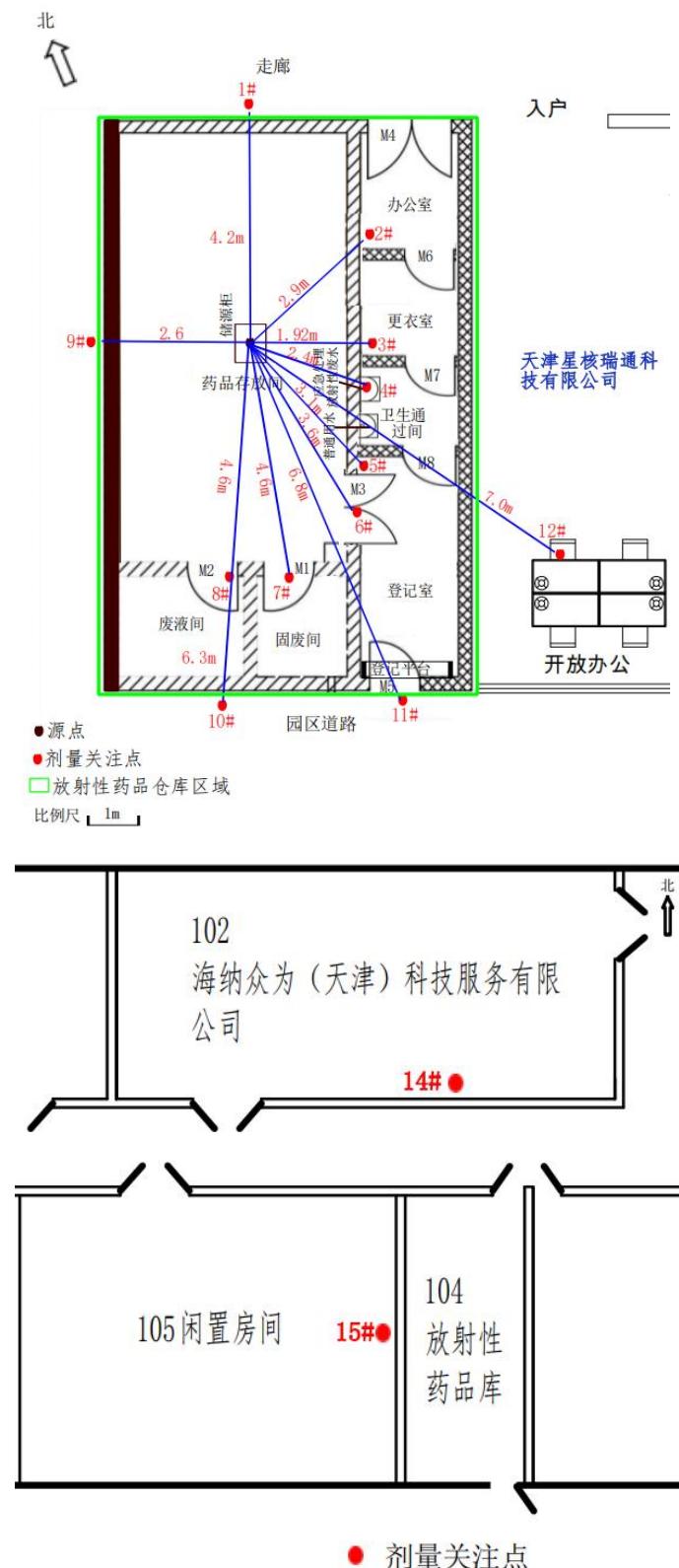


图 11-1 放射性药品仓库剂量关注点位示意图

剂量关注点情况一览表见表 11-3。

表 11-3 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	涉及人员
1#	药品存放间北侧屏蔽墙外 0.3m 处	走廊	公众
2#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处	办公室	
3#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处	更衣室	
4#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处	卫生通过间	
5#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处	登记室	
6#	药品存放间东侧防护门外 0.3m 处	登记室	
7#	药品存放间南侧防护门外 0.3m 处	固废间	
8#	药品存放间南侧防护门外 0.3m 处	废液间	
9#	药品存放间西侧屏蔽墙外 0.3m 处	闲置房间	
10#	废液间南侧屏蔽墙外 0.3m 处	园区道路	
11#	放射性药品仓库外区域	园区道路	
12#	放射性药品仓库外区域	天津星核瑞通科技有限公司办公区域	
13#	放射性药品仓库外区域	204 室闲置房间	
14#	放射性药品仓库外区域	海纳众为(天津)科技服务有限公司	
15#	放射性药品仓库外区域	105 室闲置房间	

3. 源强确定

(1) 根据国控天津公司提供资料, 本项目存放的货包按独家使用方式运输, 由《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019) 可知货包外表面上任一点的最高辐射水平应不超过 2mSv/h。本报告将以放射性药品仓库满负荷工况下(同时存放 19 个货包), 考虑放射性药品仓库墙外表面 30cm 处的周围剂量当量率水平。

(2) 本次预测估算把储源柜整体视为“点源”, 点源源点考虑在储源柜中间, “点源”离地按 0.5m 考虑, “点源”离储源柜四侧距离均按 0.5m 考虑。

(3) 出入库时保守按手部距货包 50cm。

4. 预测结果

根据公式(11-3、11-4), 估算各关注点的周围剂量当量率, 估算结果见表 11-4。

表 11-4 各关注点的周围剂量当量率

关注点序号	核素	每天最大贮存货包数量(个)	屏蔽材料及厚度	距离(m)	减弱系数	周围剂量当量率(μSv/h)

1#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心红砖+30mm 硫酸钡	4.2	2.75E-02	7.80E-03	4.11E-02
	⁹⁰ Y	1		4.2	2.07E-02	5.88E-03	
	^{99m} Tc	2		4.2	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		4.2	2.75E-02	7.80E-03	
	⁷² Se	1		4.2	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		4.2	2.68E-07	3.80E-07	
	¹³¹ I	2		4.2	7.92E-03	4.49E-03	
	¹²⁵ I	1		4.2	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		4.2	4.82E-02	1.37E-02	
	¹⁸ F	2		4.2	1.72E-03	9.77E-04	
	⁷ Be	1		4.2	1.72E-03	4.89E-04	
	²²³ Ra	1		4.2	7.35E-05	2.08E-05	
2#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心红砖+30mm 硫酸钡	2.9	2.75E-02	1.64E-02	8.62E-02
	⁹⁰ Y	1		2.9	2.07E-02	1.23E-02	
	^{99m} Tc	2		2.9	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		2.9	2.75E-02	1.64E-02	
	⁷² Se	1		2.9	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		2.9	2.68E-07	7.98E-07	
	¹³¹ I	2		2.9	7.92E-03	9.42E-03	
	¹²⁵ I	1		2.9	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		2.9	4.82E-02	2.86E-02	
	¹⁸ F	2		2.9	1.72E-03	2.05E-03	
	⁷ Be	1		2.9	1.72E-03	1.03E-03	
	²²³ Ra	1		2.9	7.35E-05	4.37E-05	
3#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心砖+30mm 硫 酸钡	1.92	2.75E-02	3.73E-02	1.97E-01
	⁹⁰ Y	1		1.92	2.07E-02	2.81E-02	
	^{99m} Tc	2		1.92	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		1.92	2.75E-02	3.73E-02	
	⁷² Se	1		1.92	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		1.92	2.68E-07	1.82E-06	
	¹³¹ I	2		1.92	7.92E-03	2.15E-02	
	¹²⁵ I	1		1.92	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		1.92	4.82E-02	6.53E-02	
	¹⁸ F	2		1.92	1.72E-03	4.68E-03	

	⁷ Be	1		1.92	1.72E-03	2.34E-03	
	²²³ Ra	1		1.92	7.35E-05	9.97E-05	
4#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心红砖+30mm 硫酸钡	2.4	2.75E-02	2.39E-02	1.26E-01
	⁹⁰ Y	1		2.4	2.07E-02	1.80E-02	
	^{99m} Tc	2		2.4	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		2.4	2.75E-02	2.39E-02	
	⁷² Se	1		2.4	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		2.4	2.68E-07	1.17E-06	
	¹³¹ I	2		2.4	7.92E-03	1.38E-02	
	¹²⁵ I	1		2.4	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		2.4	4.82E-02	4.18E-02	
	¹⁸ F	2		2.4	1.72E-03	2.99E-03	
	⁷ Be	1		2.4	1.72E-03	1.50E-03	
	²²³ Ra	1		2.4	7.35E-05	6.38E-05	
5#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心红砖+30mm 硫酸钡	3.1	2.75E-02	1.43E-02	7.55E-02
	⁹⁰ Y	1		3.1	2.07E-02	1.08E-02	
	^{99m} Tc	2		3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		3.1	2.75E-02	1.43E-02	
	⁷² Se	1		3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		3.1	2.68E-07	6.98E-07	
	¹³¹ I	2		3.1	7.92E-03	8.24E-03	
	¹²⁵ I	1		3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		3.1	4.82E-02	2.51E-02	
	¹⁸ F	2		3.1	1.72E-03	1.79E-03	
	⁷ Be	1		3.1	1.72E-03	8.97E-04	
	²²³ Ra	1		3.1	7.35E-05	3.83E-05	
6#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+3mm 铅当 量防护门	3.6	1.47E-01	5.66E-02	3.41E-01
	⁹⁰ Y	1		3.6	1.38E-01	5.31E-02	
	^{99m} Tc	2		3.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		3.6	1.47E-01	5.66E-02	
	⁷² Se	1		3.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		3.6	2.51E-06	4.85E-06	
	¹³¹ I	2		3.6	7.59E-02	5.85E-02	
	¹²⁵ I	1		3.6	<1.0E-10	<1.0E-10	

	⁶⁸ Ga	1		3.6	2.39E-01	9.21E-02	
	¹⁸ F	2		3.6	2.06E-02	1.59E-02	
	⁷ Be	1		3.6	2.06E-02	7.94E-03	
	²²³ Ra	1		3.6	9.05E-04	3.49E-04	
7#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源柜	4.6	1.80E-01	4.26E-02	2.61E-01
	⁹⁰ Y	1		4.6	1.70E-01	4.02E-02	
	^{99m} Tc	2		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		4.6	1.80E-01	4.26E-02	
	⁷² Se	1		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		4.6	1.00E-05	1.18E-05	
	¹³¹ I	2		4.6	1.00E-01	4.73E-02	
	¹²⁵ I	1		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		4.6	2.78E-01	6.58E-02	
	¹⁸ F	2		4.6	3.12E-02	1.47E-02	
	⁷ Be	1		4.6	3.12E-02	7.37E-03	
	²²³ Ra	1		4.6	1.92E-03	4.53E-04	
8#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源柜	4.6	1.80E-01	4.26E-02	2.61E-01
	⁹⁰ Y	1		4.6	1.70E-01	4.02E-02	
	^{99m} Tc	2		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		4.6	1.80E-01	4.26E-02	
	⁷² Se	1		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		4.6	1.00E-05	1.18E-05	
	¹³¹ I	2		4.6	1.00E-01	4.73E-02	
	¹²⁵ I	1		4.6	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		4.6	2.78E-01	6.58E-02	
	¹⁸ F	2		4.6	3.12E-02	1.47E-02	
	⁷ Be	1		4.6	3.12E-02	7.37E-03	
	²²³ Ra	1		4.6	1.92E-03	4.53E-04	
9#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源柜+360mm 实心砖+30mm 硫酸钡	2.6	1.38E-02	1.02E-02	5.18E-02
	⁹⁰ Y	1		2.6	9.54E-03	7.06E-03	
	^{99m} Tc	2		2.6	1.02E-02	1.02E-02	
	⁸⁹ Sr	1		2.6	1.38E-02	1.02E-02	
	⁷² Se	1		2.6	1.02E-02	1.02E-02	
	¹⁷⁷ Lu	5		2.6	7.36E-08	2.72E-07	

	¹³¹ I	2		2.6	3.00E-03	4.44E-03	
	¹²⁵ I	1		2.6	1.02E-02	1.02E-02	
	⁶⁸ Ga	1		2.6	2.52E-02	1.87E-02	
	¹⁸ F	2		2.6	5.72E-04	8.47E-04	
	⁷ Be	1		2.6	5.72E-04	4.23E-04	
	²²³ Ra	1		2.6	2.14E-05	1.58E-05	
10#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心砖+30mm 硫 酸钡	6.3	2.75E-02	3.47E-03	1.83E-02
	⁹⁰ Y	1		6.3	2.07E-02	2.61E-03	
	^{99m} Tc	2		6.3	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		6.3	2.75E-02	3.47E-03	
	⁷² Se	1		6.3	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		6.3	2.68E-07	1.69E-07	
	¹³¹ I	2		6.3	7.92E-03	2.00E-03	
	¹²⁵ I	1		6.3	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		6.3	4.82E-02	6.07E-03	
	¹⁸ F	2		6.3	1.72E-03	4.34E-04	
	⁷ Be	1		6.3	1.72E-03	2.17E-04	
	²²³ Ra	1		6.3	7.35E-05	9.26E-06	
11#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心砖+30mm 硫 酸钡	6.8	2.75E-02	2.98E-03	1.57E-02
	⁹⁰ Y	1		6.8	2.07E-02	2.24E-03	
	^{99m} Tc	2		6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		6.8	2.75E-02	2.98E-03	
	⁷² Se	1		6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		6.8	2.68E-07	1.45E-07	
	¹³¹ I	2		6.8	7.92E-03	1.71E-03	
	¹²⁵ I	1		6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		6.8	4.82E-02	5.21E-03	
	¹⁸ F	2		6.8	1.72E-03	3.73E-04	
	⁷ Be	1		6.8	1.72E-03	1.86E-04	
	²²³ Ra	1		6.8	7.35E-05	7.95E-06	
12#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心砖+30mm 硫 酸钡	7.0	2.75E-02	2.81E-03	1.48E-02
	⁹⁰ Y	1		7.0	2.07E-02	2.12E-03	
	^{99m} Tc	2		7.0	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		7.0	2.75E-02	2.81E-03	

	⁷² Se	1		7.0	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		7.0	2.68E-07	1.37E-07	
	¹³¹ I	2		7.0	7.92E-03	1.62E-03	
	¹²⁵ I	1		7.0	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		7.0	4.82E-02	4.92E-03	
	¹⁸ F	2		7.0	1.72E-03	3.52E-04	
	⁷ Be	1		7.0	1.72E-03	1.76E-04	
	²²³ Ra	1		7.0	7.35E-05	7.50E-06	
	⁸⁹ Zr	1		6.8	1.41E-02	1.52E-03	
	⁹⁰ Y	1		6.8	9.79E-03	1.06E-03	
13#	^{99m} Tc	2	25mmPb 储源 柜+310mm 混 凝土	6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	7.68E-03
	⁸⁹ Sr	1		6.8	1.41E-02	1.52E-03	
	⁷² Se	1		6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		6.8	8.58E-08	4.64E-08	
	¹³¹ I	2		6.8	2.82E-03	6.10E-04	
	¹²⁵ I	1		6.8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		6.8	2.58E-02	2.79E-03	
	¹⁸ F	2		6.8	5.40E-04	1.17E-04	
	⁷ Be	1		6.8	5.40E-04	5.84E-05	
	²²³ Ra	1		6.8	2.03E-05	2.20E-06	
14#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+240mm 实 心砖+30mm 硫 酸钡	8	2.17E-02	1.70E-03	1.85E-02
	⁹⁰ Y	1		8	1.15E-01	9.01E-03	
	^{99m} Tc	2		8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		8	2.17E-02	1.70E-03	
	⁷² Se	1		8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		8	2.68E-07	1.05E-07	
	¹³¹ I	2		8	1.17E-02	1.82E-03	
	¹²⁵ I	1		8	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		8	4.93E-02	3.85E-03	
	¹⁸ F	2		8	1.72E-03	2.69E-04	
	⁷ Be	1		8	1.72E-03	1.35E-04	
	²²³ Ra	1		8	7.35E-05	5.75E-06	
15#	⁸⁹ Zr	1	25mmPb 储源 柜+360mm 实	3.1	1.38E-02	7.16E-03	3.64E-02
	⁹⁰ Y	1		3.1	9.54E-03	4.96E-03	

	^{99m} Tc	2	心砖+30mm 硫酸钡	3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁸⁹ Sr	1		3.1	1.38E-02	7.16E-03	
	⁷² Se	1		3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	¹⁷⁷ Lu	5		3.1	7.36E-08	1.91E-07	
	¹³¹ I	2		3.1	3.00E-03	3.12E-03	
	¹²⁵ I	1		3.1	<1.0E-10	<1.0E-10	
	⁶⁸ Ga	1		3.1	2.52E-02	1.31E-02	
	¹⁸ F	2		3.1	5.72E-04	5.96E-04	
	⁷ Be	1		3.1	5.72E-04	2.98E-04	
	²²³ Ra	1		3.1	2.14E-05	1.11E-05	

注：① 贮存时不考虑铅罐的屏蔽。各关注点处的屏蔽仅考虑储源柜的屏蔽厚度和四侧墙体、防护门、屋顶的厚度。

② 货包表面剂量率=货包个数×2000μSv/h。

由表 11-4 可知，各关注点处的周围剂量当量率最大为 3.41E-01μSv/h，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求，即“各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。”和《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的要求，即“控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h。”。

（2）评价范围内辐射剂量率的叠加

本次评价考虑评价范围内涉及的其他核技术利用项目对本项目关注处的辐射环境的叠加影响。根据建设单位提供的资料及现场踏勘，本项目 50m 评价范围内涉及的其他核技术应用项目为距离本项目放射性药品仓库外表面约 7.6m 的天津星核瑞通科技有限公司密封放射源暂存库。

根据《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ 125-2009）5.2 贮存要求：“具有屏蔽防护措施，使非放射工作人员可能到达的任何位置上的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h”及剂量控制要求：“对人员的活动范围不限制时，距离仪表外围 5cm 处，周围剂量当量率为小于 2.5μSv/h，距离仪表外围 100cm 处，周围剂量当量率为小于 0.25μSv/h”。

由于剂量率与距离的平方成反比，本项目以评价范围内天津星核瑞通科技有限公司密封放射源暂存库辐射防护检测报告（见附件 8，报告编号：2024FW-FX-GY-026），密封放射源暂存库西侧边界外 0.3m 处的监测结果最大周围剂量当量率计算密封放射源暂存库内放射源对本项目周围辐射环境的影响，密封放射源暂存库与本项目距离约

为 7.6m，对本项目辐射剂量率约为 $1.07E-02\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

评价范围内其他核技术利用项目在关注点处的周围剂量当量率叠加预测结果见表 11-5。

表 11-5 评价范围内核技术利用项目与本项目关注点处周围剂量当量率叠加值

关注点序号	关注点名称	剂量当量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$		
		其他核技术利用项目	本项目	叠加值
1#	药品存放间北侧屏蔽墙外 0.3m 处 (走廊)	1.07E-02	4.11E-02	5.18E-02
2#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处 (办公室)	1.07E-02	8.62E-02	9.69E-02
3#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处 (更衣室)	1.07E-02	1.97E-01	2.07E-01
4#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处 (卫生通过间)	1.07E-02	1.26E-01	1.37E-01
5#	药品存放间东侧屏蔽墙外 0.3m 处 (登记室)	1.07E-02	7.55E-02	8.62E-02
6#	药品存放间东侧防护门外 0.3m 处 (登记室)	1.07E-02	3.41E-01	3.52E-01
7#	药品存放间南侧防护门外 0.3m 处 (固废间)	1.07E-02	2.61E-01	2.72E-01
8#	药品存放间南侧防护门外 0.3m 处 (废液间)	1.07E-02	2.61E-01	2.72E-01
9#	药品存放间西侧屏蔽墙外 0.3m 处	1.07E-02	5.18E-02	6.25E-02
10#	废液间南侧屏蔽墙外 0.3m 处 (园区道路)	1.07E-02	1.83E-02	2.90E-02
11#	放射性药品仓库外区域 (园区道路)	1.07E-02	1.57E-02	2.64E-02
12#	放射性药品仓库外区域 (天津星核瑞通科技有限公司办公区域)	1.07E-02	1.48E-02	2.55E-02
13#	放射性药品仓库外上方区域 (204 室闲置房间)	1.07E-02	7.68E-03	1.84E-02
14#	放射性药品仓库外区域 (海纳众为 (天津) 科技服务有限公司)	1.07E-02	1.85E-02	2.92E-02
15#	放射性药品仓库外区域 (105 室闲置房间)	1.07E-02	3.64E-02	4.71E-02

根据表 11-5，本项目各关注点处的周围剂量当量率与评价范围内其他核技术应用周围剂量当量率叠加后最大值为 $3.52E-01\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》

(HJ 1188-2021) 中的要求, 即“各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”和《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中的要求, 即“控制区外人员可达处, 距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”。

四、人员受照剂量估算分析

1. 预测模式

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B1.3.3、附录 J4.13、J4.17 和《辐射防护基础》（李星洪主编）公式 2.35 可得人员年受照剂量估算公式如下：

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \quad \dots \dots \dots \quad (11-5)$$

式中：

H: 年受照剂量, mSv/a;

\dot{H} : 关注点的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

t: 年受照时间, h/a;

T : 居留因子。

参照 HJ 1198-2021 附录 A 可知, 不同场所的居留因子取值见表 11-6。

表 11-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子 T		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

2. 受照时间

根据表 1-3 可知, 安全管理人员巡检年最大受照时间为 25h。每组工作人员日常巡检年最大受照时间为 28h, 日常办公年最大受照时间为 667h, 货包出入库接触年最大受照时间为 264h。

放射性药品仓库周围的公众为单班工作制，保守按年受照时间 2000h。

3. 预测结果

(1) 辐射工作人员年受照剂量

日常巡检所到位置的周围剂量当量率水平以表 11-5 算出放射性药品仓库表面外 30cm 处的周围剂量当量率最大值来保守估算。

货包出入库时，主要考虑手部接触货包的剂量。货包出入库时，辐射工作人员按照距离放射性药品货包表面 50cm 处的辐射剂量率水平 $20\mu\text{Sv}/\text{h}$ 来保守估算（即根据《放射性物品安全运输规程》（GB 11806-2019）5cm 处为 $2\text{mSv}/\text{h}$ ，按距离衰减估算得到 50cm 处的辐射剂量率水平为 $20\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

根据公式（11-5）并结合表 11-5，估算辐射工作人员的年受照剂量，估算结果见表 11-7。

表 11-7 辐射工作人员年受照剂量

环节	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年受照时间 (h/a)	居留因子	年受照剂量 (mSv/a)	
安全管理周度巡检	3.52E-01	25	1	8.80E-03	
工作人员日常巡检	3.52E-01	28	1	9.86E-03	
日常办公	9.69E-02	667	1	6.46E-02	
货包出入库手部接触货包时间	20	570	1	5.28	

注：居留因子取 1。

由表 11-7 可知，辐射工作人员年受照剂量为 $7.45\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值 2mSv/a 要求。

辐射工作人员手部年有效剂量为 5.28mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中四肢（手和足）的年当量剂量不超过 500mSv/a 的限值要求。

(2) 公众年受照剂量

根据本项目平面布局及周边环境，选取本项目工作场所周围最近的有代表性的公众进行年受照剂量预测。根据公式（11-5）并结合表 11-5，估算公众的年受照剂量，估算结果见表 11-8。

表 11-8 公众年受照剂量

关注点序号	关注点名称	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	单人年受照时间 (h/a)	居留因子 (T)	单人年受照剂量 (mSv/a)
1#	药品存放间北侧屏蔽墙外（走廊）	5.18E-02	2000	1/4	2.59E-02
10#	废液间南侧屏蔽墙外（园区道路）	2.90E-02	2000	1/16	7.24E-03
11#	放射性药品仓库外区域（园区道路）	2.64E-02	2000	1/16	6.60E-03
12#	放射性药品仓库外区域（天津星核瑞通科技有限公司）	2.55E-02	2000	1	5.10E-02
13#	放射性药品仓库外上方区域（204 室闲置房间）	1.84E-02	2000	1	3.68E-02
14#	放射性药品仓库外区域（海纳众为（天津）科技服务有限公司）	2.92E-02	2000	1	5.84E-02
15#	放射性药品仓库外区域（105 室闲置房间）	4.71E-02	2000	1	9.43E-02

注：放射性药品仓库东侧天津星核瑞通科技有限公司为人员全居留场所，居留因子取 1；放射性药品仓库西侧 105 室、楼上 204 室现为闲置房间、海纳众为（天津）科技服务有限公司主要作为仓库使用，出货时有人员办公，本项目保守按全居留场所估算，居留因子取 1。药品存放间北侧走廊为人员部分居留场所，居留因子取 1/4。南侧为园区道路为人员偶尔居留场所，居留因子取 1/16。

由表 11-8 可知，公众年受照剂量最大为 9.43E-02mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值 0.1mSv/a 要求。

综上所述，本项目辐射工作人员和公众所受到的辐射照射，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求以及本项目剂量约束值的要求。

五、内照射影响分析

（1）本项目正常工况下，不会产生放射性废气，不存在内照射。事故状态下，可能会产生微量放射性废气，被工作人员吸入引起内照射。本项目控制区内设置放射性废气排风管道，事故状态下，通过开启强制排风，降低工作人员的吸入量，放射性废气经过滤装置处理后，通过放射性药品仓库南侧 21m 高排风管道在高于所在建筑物屋顶排放。

（2）国控天津公司拟制定完善的管理规程，禁止工作人员在控制区内进食、饮

水、吸烟，禁止在控制区内进行无关工作及存放无关物品。工作人员在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染监测。通过以上措施，可以有效避免人员吸入或食入放射性核素，减小内照射辐射影响。

(3) 当发生辐射事故后，工作人员拟采取防护措施，并及时离开事故现场，尽可能减少吸入或食入泄漏的放射性核素，根据事故程度判断是否按《职业性内照射个人监测规范》(GBZ 129-2016)开展内照射剂量监测，并对测量结果进行评价，以有效监控人员内照射剂量。

综上所述，本项目放射性药物产生的内照射影响较小，可以忽略不计。

六、表面污染影响分析

本项目正常工况下，不会产生表面污染。事故工况下，可能会引起储源柜表面、仓库地面、墙壁等发生放射性沾污，造成 α 、 β 表面污染。为控制表面污染，需采取的措施如下：

- (1) 对工作人员进行岗前培训，使其具备熟练的操作技能及丰富的防护知识；
- (2) 如货包破损等，工作人员用一次性吸水纸等将其擦拭处理，擦拭后产生的废吸水纸等按放射性固体废物收集至固废间铅垃圾桶内暂存；
- (3) 工作人员搬运货包时需穿一次性防护服，戴一次性防护手套；货包搬运完成后应进行表面污染检查、清洗、去污。
- (4) 工作人员离开工作场所控制区前，在卫生通过间进行表面污染测量，确定未受污染后方可离开，如其污染水平超过标准限值，应采取相应去污措施。从控制区取出物品应进行表面污染监测，以杜绝表面污染控制水平超标的物品被带出控制区。

综上所述，在严格落实以上措施的情况下可有效避免 α 、 β 表面污染带来的辐射影响。

七、放射性三废影响分析

1. 正常工况下“三废”影响分析

本项目正常工况下不产生放射性废气、放射性废水。

本项目设置1间固废间用于暂存放射性固体废物。正常工况下产生的放射性固体废物为：不合格货包擦拭废弃物、问题药品、破损药品。

放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 ^{99m}Tc 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素半衰期小于24h的放射性固体废物暂存时间超过30天，含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、

^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

2. 事故工况下“三废”影响分析

2.1 放射性废气

本项目放射性药品仓库拟设置 1 套排风系统，事故状态时产生少量放射性废气，经活性炭过滤装置吸附后，通过放射性药品仓库南侧 21m 高排风管道在高于所在建筑物屋顶排放，对周边公众不会产生明显不利影响。活性炭过滤装置拟设置在固废间室顶上方，活性炭需定期更换。

2.2 放射性废水

本项目放射性废水主要来自事故状态时工作人员产生的清洗废水。废液间设置 1 套放射性衰变系统，用于收集事故状态下产生的放射性废水。衰变系统包括 2 个衰变罐（1#~2#），单个衰变罐有效容积约 0.6m^3 ，相互独立，功能相同，1#~2#轮换使用。衰变罐采用不锈钢材质，废液间采用混凝土浇筑，并采取防渗、防腐措施。

事故状态下产生的放射性废水通过应急排水系统专用管道排至衰变罐暂存，所含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存超过 30 天后可直接解控排放，经园区内总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理；所含 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 、 ^{131}I 核素半衰期大于 24h 的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为 ^{125}I ，半衰期为 60.1 天，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期（约 601 天），经检测达标（总 $\alpha \leq 1\text{Bq}/\text{L}$ 、总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$ 、碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq}/\text{L}$ ），并经审管部门认可后，经园区总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。

根据工程分析核算，本项目产生的放射性废水主要为应急人员清洗废水，每次产生量约 0.1m^3 。放射性衰变系统 2 个衰变罐（1#~2#）轮换使用，若事故状态下产生核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存于衰变罐后，暂存超过 30 天后解控排放，再此期间暂不进行半衰期小于 24h 的放射性药品的存放；事故状态下产生核素半衰期大于 24h 的放射性废液，暂存于衰变罐后，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，经检测达标并经审管部门认可后解控排放，在此期间暂不进行半衰期大于 24h 的放射性药

品的存放。

2.3 放射性固体废物

本项目设置 1 间固废间，固废间设置通风换气装置，入口处拟设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏措施。

本项目放射性固体废物主要为表面污染擦拭废弃物、废活性炭。

本项目放射性固体废物表面污染擦拭废弃物、废活性炭。本项目事故状态时产生放射性固体废物拟分类（按不同核素、不同废物类别等）收集暂存于固废间的铅垃圾桶内，桶内放置专用密封塑料袋直接收纳废物。放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内。其中含有^{99m}Tc、⁶⁸Ga、¹⁸F 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含有⁸⁹Zr、⁹⁰Y、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹²⁵I、⁷Be、²²³Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

事故影响分析

1. 事故风险识别

根据本项目放射性药品仓库的使用功能、放射性药品货包的包装方式、操作流程，本项目可能产生的事故工况有以下 3 种情况：

（1）放射性药品货包丢失或被盗，流失到社会，可能对公众和周围环境造成外照射影响。

（2）放射性药品货包在出入库、贮存过程中发生跌落、碰撞，导致放射性药品货包破损、泄漏，可能污染储源柜、药品存放间等，甚至造成手和皮肤的污染，造成工作人员外照射和表面污染。

（3）对放射性药品仓库管理不到位，无关人员进入受到不必要的外照射。

2. 事故风险预防措施

上述辐射风险可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，使辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对可能发生的事故，国控天津医药应采取一系列的预防措施，尽可能地减少或控制事故的危害和影响。

（1）放射性药品货包丢失、被盗

加强放射性药品仓库管理，严格按《放射性药品管理办法》制订“放射性药品的

保管制度”，加强放射性药物安全管理，落实放射性物质安保措施，对于放射性药品须安排专人进行台账管理，并设置必要的安防措施（门禁系统、视频监控、入侵报警装置），定期对安防措施进行检修，以防止放射性药品丢失、被盗。

（2）放射性药品货包破损、泄漏

① 制定完善的放射性物质操作规范，对工作人员进行岗前培训合格后上岗，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，减少货包破损事故的发生，能正确处置意外情况。

② 配备个人剂量报警仪、表面污染仪、一次性防护服等必要的个人防护用品。配备防护面罩、吸水滤纸、纱布、酒精等应急物资。

③ 加强辐射工作人员专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照放射性药品仓库管理要求开展工作。辐射工作人员加强操作练习，严格执行操作规程，在放射性药品货包搬运过程中轻拿轻放，避免药物撒泼和破损。

（3）无关人员误入放射性药品仓库

① 定期检查放射性药品仓库的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，以及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入放射性药品仓库和其他安全事故。

② 放射性药品仓库设置门禁系统、视频监控、入侵报警装置，可有效避免人员误入引起意外照射。

③ 对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；采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处适当地点设立表明监督区的标牌。

3. 事故应急措施

3.1 事故应急处理措施

根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理和报告制度的通知》，该项目所使用的放射性核素可能发生的事故是指放射性核素失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。本项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

一旦发生辐射事故，及时启动公司的《突发事件应急处理预案》。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总指挥，总指挥随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急响应救助措施。发生辐射事故后，两小时内报告上级生态

环境、卫生及公安部门。

(1) 放射性药品货包丢失、被盗

① 若发生放射性药物丢失、被盗，应第一时间将事故情况上报有关（生态环境、公安、卫生等）主管部门；

② 分析确定丢失、被盗事故的具体时间及原因，向相关部门提供信息，根据有关线索，组织人员协同相关部门查找丢失、被盗放射性同位素，在查找过程中携带辐射监测仪器，防止事故处理人员受到照射；

③ 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 辐射事故发生后，应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

⑤ 如果仍然没有找到，则按照监管机构的规定报告丢失材料。

(2) 放射性药品货包破损、泄漏

由于货包破损，有少量的液态放射性药物溅洒，应采取以下行动：

① 若放射性药物滴落到地面或台面，严禁用水冲洗，建设单位配备相应去污用品，应穿戴防护服和一次性手套进行擦拭地面或台面。

② 迅速用吸水垫快速吸收溢出物，防止其蔓延，并立即标记污染范围，注明放射性核素名称、日期。

③ 从溅洒处移去垫子，用毛巾或纸巾擦抹，应注意从污染区边缘向中心擦拭，直到擦干污染区。

④ 擦拭完成后进行擦拭物测试，直到擦拭样品显示已经清理了溢出物。使用塑料袋来容纳清洗过程中产生的污染物品，应提供合适的袋子以及湿纸巾。最后用表面污染监测仪测量污染区，如果控制区内的工作台面、设备、墙壁、地面 α 表面污染、 β 表面污染大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；监督区内的工作台面、设备、墙壁、地面 α 表面污染、 β 表面污染大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；控制区、监督区内工作人员工作服、手套、工作鞋上的 α 表面污染大于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染大于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；则表明相应受污染区域的污染物未达到控

制标准，这时应用酒精浸湿药棉或纸巾擦拭，直到污染区表面污染小于控制水平为止。若手、皮肤、内衣、工作袜表面的 α 表面污染大于 $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染大于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，建设单位在放射性药品仓库卫生通过间设置污染洗消专用洗手池，手、皮肤等沾染放射性药物及时进入污染洗消专用洗手池进行清洗，直到表面污染小于控制水平为止。擦拭物收集放到放射性固体废物铅垃圾桶内，作为放射性固体废物进行处理。

⑤ 根据污染程度及时报告上级领导和有关部门。

当发生大量放射性溶液溢出之后，应采取以下行动：

- ① 立即通知辐射防护管理人员并直接监督清理工作。
- ② 将吸收垫放在溢出物上以防止其进一步污染蔓延。
- ③ 所有非参与泄漏事故处置的人员都应立即离开辐射工作场所。
- ④ 在离开污染区时监测所有涉及泄漏的人是否受到污染。
- ⑤ 如果衣服被污染，请将其取出并放入铅垃圾桶中。
- ⑥ 如果发生皮肤污染，立即进行擦拭并到卫生通过间清洗；如果发生眼睛污染，应立即用大量清水冲洗。

（3）无关人员误入放射性药品仓库

① 现场人员应立即将无关人员带离放射性药品仓库退至监督区外，安排专人看管误入人员，避免其接触其他人员，禁止其触摸口、鼻、眼等黏膜部位，现场人员保护现场，通知辐射安全领导小组和应急小组。

② 辐射安全领导小组和应急小组接到报告后，立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，使用表面污染监测仪对误入人员的衣物、皮肤（重点是手部、面部、颈部）进行表面污染检测，确定表面污染水平监测合格。

③ 辐射安全领导小组和应急小组人员对现场进行环境污染排查，对放射性药品仓库入口、误入人员途经路线等区域进行表面污染监测，若发现污染及时进行去污擦拭清理，清理完成后进行表面污染监测，至监测合格，必要时封闭相关区域。

④ 若发生辐射事故，辐射安全领导小组应立即启动《辐射事故预防及应急管理》，立即采取有效措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。应急小组应对受照情况做出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生行政部门报告。

辐射事故发生后，应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的

医院或者有条件救治辐射损伤受检者的医院进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

⑤ 国控天津公司应积极配合生态环境主管部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

⑥ 事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

3.2 事故调查和处理程序

（1）成立事故调查小组。

（2）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（3）调查小组向应急救援领导小组汇报事故调查报告书方面的工作，同时，协助生态环境、卫生、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

综上所述，项目经采取以上防范措施，严格按照相关法律法规的要求进行管理，定期演习辐射事故应急方案，对发现的问题及时进行整改，可使项目环境风险影响降至最低。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全管理机构设置

1.1 人员组成

国控天津公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求已设置辐射防护负责人，由法人（陈健）担任辐射安全工作第一责任人，对辐射安全工作领导负责；指定贾继斌为专职辐射防护负责人，具体负责公司的辐射安全与防护工作。本项目建设完成后拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，辐射防护负责人不变，辐射安全与环境保护管理领导小组成员具体见表 12-1。

表 12-1 辐射安全与环境保护管理领导小组

姓名	管理人员	专（兼）职
	第一负责人	专职
	核辐射防护负责人	专职
	成员	专职
	成员	专职

1.2 职责

（1）机构主要职责

本项目辐射安全与环境保护管理机构履行主要职责如下：

- ① 组织学习并贯彻国家和天津市的环境保护法规、政策、法令、标准，进行环保知识教育，提高公司职员的环保意识；
- ② 组织编制和修改本公司的辐射安全与环境保护管理制度，并监督执行；
- ③ 负责收集、整理、分析全公司辐射防护的有关资料，根据国家、天津市和行业主管部门等规定的环境质量要求，及时制定并采取防护措施；
- ④ 负责检查辐射安全与环境保护设施，开展辐射安全监测，对本项目安全与防护情况进行年度评估，记录环保管理台账，确保各污染物控制措施可靠、有效；
- ⑤ 负责建立公司放射性同位素的台账，并实行动态管理；
- ⑥ 负责制定公司辐射安全培训计划，组织人员参加辐射安全与防护考核；
- ⑦ 负责组织辐射工作人员开展职业健康检查、个人剂量监测，并做好相应资料的档案管理工作；
- ⑧ 负责组织编制公司辐射事故应急预案，组织辐射事故时的应急响应，参与放

射性同位素事故的调查处理;

⑨ 负责放射性同位素在贮存、运输过程中的辐射安全、环境保护、职业安全与卫生监督管理;

⑩ 接受环境管理部門的业务指导和监督，积极配合环保管理部門的工作，按要求上报各项管理工作的执行情况及有关环境数据。

(2) 负责人主要职责

贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规和相关文件精神，总体负责公司辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理。

(3) 辐射安全防护负责人主要职责

① 贯彻执行国家和上级主管部門有关放射性同位素管理的法规和规定；

② 负责放射性同位素在贮存、运输过程中的安全管理；

③ 负责建立放射性同位素的台账，并实行动态管理；

④ 负责制定个人岗位责任、操作规程、运输规程，并监督落实；

⑤ 参与、配合放射性同位素事故的调查处理；

⑥ 接受上级主管部門的监督检查。

(4) 成员主要职责

在负责人与辐射安全防护负责人的领导下，贯彻执行各项辐射安全与环境保护管理制度。

2. 辐射工作人员配备计划

本项目拟配置 8 名辐射工作人员。国控天津公司拟安排所有辐射安全管理人员和辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台自主学习、报名并参加考核，考核专业为辐射安全管理或者科研、生产及其他，考核合格后方能持证上岗。

根据本项目核技术利用类型及拟使用情况，本项目无须配备关键岗位注册核安全工程师。

辐射安全管理规章制度

国控天津公司已根据《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》制定相应的规章制度，包括：《岗位职责》、《辐射安全操作制度》、《培训制度及培训计划》、《辐射环境安全保卫制度》、《台账管理制度》、《监测方案》、《突发事件应急处理预案》等规章制度。

国控天津公司拟按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同

位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性药品管理办法》相关要求，增加相关规章制度，如《放射性药品仓库管理细则》、《非密封放射性物质的管理规定》、《场所分区管理规定》、《放射性药品货包进出库操作规程》、《放射性沾污现场处置方案》、《安全与防护设施等维修与维护制度》、《放射性同位素销售及进出口管理制度》、《放射性同位素台账管理制度》、《放射性药品仓库管理制度》、《放射性同位素回收、送贮管理制度》、《事故状态下放射性“三废”管理规定》等，同时对现有的制度进行修改完善。

辐射监测

1. 个人剂量监测

国控天津公司拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计。个人剂量计定期送交有资质的检测部门进行检测，应建立个人剂量监测档案，个人剂量监测周期为三个月。当发现个人剂量监测结果异常时及时上报，查明原因。安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案并终生保存。

2. 职业健康检查

国控天津公司拟定期安排辐射工作人员开展职业健康检查，辐射工作人员在岗期间职业健康检查周期为1~2年，但不得超过2年，必要时可适当增加检查次数。拟安排专人负责职业健康检查，建立个人职业健康检查档案并终生保存。

3. 场所监测

3.1 自行监测

国控天津公司拟利用新增的X- γ 剂量率仪、表面污染仪对工作场所进行定期监测，建立监测档案并长期保存。自行监测方案详见表 12-2。

表 12-2 自行监测方案

监测对象	监测项目	监测点位	监测频次
外照射	周围剂量当量率	评价范围内辐射工作人员和公众活动位置，主要包括药品存放间外、废液间、固废间等	1 次/2 周
		放射性药品货包表面	每次交接时
污染表面	α 、 β 表面污染	工作场所控制区及监督区内工作台面、地面、设备表面、墙壁表面	1 次/2 周
		操作者手、皮肤、工作服、手套、工作鞋外表面	放射性操作后离开非密封放射性物质工作场所控制区前
		放射性药品货包表面	每次交接时

3.2 委托监测

(1) 国控天津公司取得辐射安全许可证，项目正式运行前，拟委托有检测资质的监测机构对工作场所周围剂量当量率、表面污染水平进行验收监测。

(2) 国控天津公司拟委托有资质的单位每年对辐射工作场所及周围环境辐射水平开展年度监测，建立监测档案并长期保存。

委托监测方案详见表 12-3。

表 12-3 委托监测方案

监测对象	监测项目	监测点位	年度监测
外照射	周围剂量当量率	评价范围内辐射工作人员和公众活动位置，主要包括药品存放间外、废液间、固废间等	1 次/年
		放射性药品货包表面	
污染表面	α 、 β 表面污染	工作场所控制区及监督区内工作台面、地面、设备表面、墙壁表面	1 次/年
		操作者手、皮肤、工作服、手套、工作鞋外表面	
		放射性药品货包表面	

4. 流出物监测

国控天津公司拟对放射性废气和废水进行监测。

(1) 气载流出物排放监测

国控天津公司拟委托有资质的单位对放射性废气进行监测，监测放射性废气的排放量和排放浓度。

(2) 液态流出物监测

国控天津公司拟委托有资质的单位对放射性废水进行监测，经检测符合《污水综合排放标准》(DB 12/356-2018)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的排放要求后排入市政污水管网。流出物监测方案详见表 12-4。

表 12-4 流出物监测方案

监测对象	监测项目	监测点位	监测频次	监测方法
废气	总 α 、总 β 、应用核素	放射性废气排放口	每次应急收集后	《辐射环境监测技术规范》(HJ
废水	总 α 、总 β 、应用核素	衰变罐取样口	每次应急收集后	

			或排放前	61-2021)
--	--	--	------	----------

5. 监测仪器

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国控天津公司需配备必要的监测仪器，对辐射工作场所放射性水平、表面污染进行监测，并定期委托有资质的监测单位进行例行监测。国控天津公司拟为本项目新增配备 X- γ 剂量率仪、表面污染检测仪、固定式剂量监测系统、个人剂量报警仪，以及为辐射工作人员配备个人剂量计，专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。

本项目拟配备监测仪器设备见表 12-5 所示。

表 12-5 辐射监测仪器一览表

序号	设备名称	数量
1	X- γ 剂量率仪	1 台
2	表面污染检测仪	1 台
3	个人剂量报警仪	4 台
4	固定式剂量监测系统	1 套
5	个人剂量计	8 套

监测仪器基本能满足项目辐射防护和环境保护的要求，监测仪器应定期送有资质单位进行校准和检验，校准和检验合格后方可使用。

6. 其他监测要求

- (1) 工作场所屏蔽措施等关键条件发生改变时，应请有资质的单位对相关工作场所进行全面辐射监测和辐射安全评价。
- (2) 发生辐射事故，及时申报生态环境主管部门和相关部门，进行现场监测。
- (3) 项目退役后，按照相关法律法规要求，及时开展项目退役验收监测。

辐射事故应急

1. 辐射事故应急机构设置及职责

国控天津公司成立辐射与放射事件应急处理领导小组，制定了《突发事件应急处理预案》，并配备辐射防护、环境监测等应急物资，每年定期开展应急培训和演练，以提高辐射事故应急处置能力。

应急机构职责：

- ① 统一指挥应急响应行动，宣布应急状态，启动应急组织，决策应急中止，为应急能力保持提供必要条件。

② 协调各级、各专业力量实施应急救援行动，向上级主管部门报告事故，组织事故原因调查和经验反馈。

③ 负责实施车辆调配及后勤物资供应，迅速调配抢险物资器材至事故发生地；提供和检查抢险人员的装备和安全防护；事件后负责现场的善后处理清洁及器材补充。

④ 负责场内紧急救治，对外联系专业医院，提供应急处置人员医疗防护建议。

⑤ 负责组织人员安全有序地疏散及财物的转移，确保通道畅通，现场救援有序实施。

⑥ 负责现场工作场所监测和环境监测，人员体表污染监测，提供辐射防护建议。

2. 辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等规定，针对本项目操作非密封放射性物质及放射性药物的销售的辐射事故风险，制定了《突发事件应急处理预案》，辐射事故应急预案应包括下列内容：

（1）应急组织机构和职责分工；

（2）辐射事故类型与应急响应程序；

（3）辐射事故现场处置方案；

（4）辐射事故应急保障措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序；

（6）应急培训及应急演练计划。

工作场所放置辐射事故应急处置规程（书），配备辐射剂量监测报警仪和个人防护用品。拟按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练。

3. 应急响应

（1）应急启动

发生辐射事故时，现场人员应立即报告应急管理小组，在接到报告后由应急管理小组通知应急总指挥、各相关专业人员，并立即启动辐射事故应急预案，根据应急总指挥指示开展现场警戒和处理措施。

国控天津公司应在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告。发生辐射事故的，还应同时向当地人民政府、公安部门和卫生主管部门报告。

（2）应急响应行动

立即组织人员安全有序地疏散及财物的转移，建立事故警戒、控制区，人员进入现场须经批准，离开现场须经辐射监测和去污。

调配抢险物资器材至事故发生地，必要时，建立交通控制通道，保障事故处理人员、设备或物资通畅。

对现场的辐射水平进行监测，检查应急处置人员防护设备，设置环境监测点，开展人员剂量监测和污染监测，根据事故处理进展提供防护建议。

对有急性照射或摄入核素的人员进行医疗救治或联系送厂外专业医院治疗，为现场处理人员提供医疗防护。医疗救助人员协助事故处理人员体表污染的去污（头发、鼻、耳、咽等部位）。

保护好现场，并认真配合生态环境、公安、卫生健康等部门调查事故原因，追回丢失、被盗放射性物品，防止事故再次发生。

(3) 应急终止

应急终止需满足以下条件：

- ① 事故得到控制，事故影响已经消除；
- ② 放射性物质的泄漏或释放已降到规定限值以下；
- ③ 事故现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。

应急总指挥确认终止条件和时机，发布应急终止命令。

应急管理小组提交《辐射事故后续报告表》，组织调查事故原因和经验反馈，改进安全措施。

4. 应急物资与保障

根据应急预案的职责分工，准备好应对辐射事故的人力、物力、车辆、通讯和资金保障工作，主要有：

- (1) X- γ 剂量率仪、表面污染监测仪、个人剂量报警仪等；
- (2) 人员急救医疗设施等；
- (3) 对讲机、专用操作工具、防护用品、隔离带、去污用品等；

5. 应急培训与演练

(1) 培训

应急管理小组应组织辐射事故应急人员每年参加不低于一次的辐射事故专项应急预案培训，熟悉事故类型、危害与处置程序，使之正确理解应急响应要求，有效执

行应急响应。应急培训应形成记录并保存。

（2）演练

每年开展不低于一次的针对放射性同位素辐射事故专项应急预案的应急演练，使相关人员熟悉应急预案、应急处置方案，并能有序、协调配合。

每次演练后，针对演练中发现的问题，及时对应急预案加以必要修改和完善，以提高应对突发辐射事故的应急处置能力。

从事辐射活动能力评价

1. 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日生态环境部令第20号修改）符合情况

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日生态环境部令第20号修改）第十六条规定，生产、销售、使用放射性同位素、使用射线装置的单位申请领取许可证，应当具备相应条件。本项目从事辐射活动能力的评价详见下表。

表 12-6 从事辐射活动能力评价

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求具备条件	国控天津公司情况	是否符合
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	本项目建成后拟设置专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责公司的辐射安全与环境保护管理工作。	
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，其中辐射安全关键岗位应当由注册核安全工程师担任。	公司拟组织所有辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗。	
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、固定式和便携式辐射监测、表面污染监测、流出物监测等设备。	本项目拟配备 X-γ剂量率仪、表面污染监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计、固定式剂量监测系统，可满足辐射防护需求。	公司按承诺落实后符合
放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	辐射工作场所设置门禁系统、防入侵系统等，拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明，并按要求落实辐射防护和安全措施。	
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案、台帐管理制度等。	已制定《岗位职责》、《辐射安全操作制度》、《培训制度及培训计划》、《辐射环境安全保卫制度》、《台账管理制度》、《检测方案》、《辐射防护措施》、《突发事件应急处理预案》等规章制度，本次进行补充完善。	
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《突发事件应急处理预案》，	

	本次进行补充完善。	
产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	<p>(1) 设置 1 间固废间用于存放事故状态下的放射性固废。放射性固体废物暂存衰变经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。</p> <p>(2) 新建 1 套放射性废水衰变系统，用于存放事故状态下的放射性废水。事故状态下产生的放射性废水通过专用管道排至衰变罐暂存，含有⁶⁸Ga、¹⁸F、^{99m}Tc 核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存时间超过 30 天，含有⁸⁹Zr、⁹⁰Y、⁸⁹Sr、⁷²Se、¹⁷⁷Lu、¹²⁵I、⁷Be、²²³Ra、¹³¹I 核素半衰期大于 24h 的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为¹²⁵I，半衰期为 60.1 天，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期（约 601 天），经检测达标并经审管部门认可后，经园区总排口排入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。</p> <p>(3) 药品存放间、废液间、固废间拟设置排风系统，并由专用管道引至固废间室顶活性炭过滤装置过滤后经放射性药品仓库南侧排风管道于高于所在建筑物屋顶排放。</p>	

以上分析表明，国控天津公司在制定落实各项辐射安全管理制度和辐射安全与防护措施后（见附件 1），将具备重新申请领取许可证应当具备的条件。

2. 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 12-7。

表 12-7 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

环境保护部令第 18 号要求具备条件	国控天津公司情况	是否符合
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信	辐射工作场所入口拟设置电离辐射警告标志、中文警示说明。 放射性药物包装容器拟设置电离辐射警示标志、中文警示说明。	公司按承诺落实后符合

<p>号。</p> <p>射线装置的生产调试和使用场所,应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p> <p>放射性同位素的包装容器、含放射性同位素的设备和射线装置,应当设置明显的放射性标识和中文警示说明;放射源上能够设置放射性标识的,应当一并设置。</p>		
<p>第七条 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放,不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放,并指定专人负责保管。</p> <p>贮存、领取、使用、归还放射性同位素时,应当进行登记、检查,做到账物相符。对放射性同位素贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。</p>	<p>(1) 拟将放射性药品货包放置于药品存放间的储源柜内,被放射性污染的物品单独存放在固废间。药品存放间指定专人负责保管。</p> <p>(2) 拟建立台账管理制度,贮存、领取放射性同位素时,进行登记、检查,做到账物相符。</p> <p>(3) 对放射性药品仓库采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。</p>	
<p>第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照国家环境监测规范,对相关场所进行辐射监测,并对监测数据的真实性、可靠性负责;不具备自行监测能力的,可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。</p>	<p>拟每年委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射监测,并出具监测报告;拟配置 X-γ剂量率仪、表面污染仪等,定期对辐射环境进行自行监测,做好记录,妥善保存。</p>	
<p>第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>	<p>依法对公司的放射性同位素与射线装置的安全和防护进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前报发证机关。</p>	
<p>第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。</p>	<p>公司拟组织所有辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核,持证上岗。</p>	
<p>第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测;发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>公司拟为从事放射性操作的人员建立个人健康档案,每季度送检个人剂量计一次,每年对从事放射性操作的人员进行一次健康体检。</p> <p>拟安排专人负责个人剂量监测管理,建立辐射工作人员个人剂量档案并终身保存。</p>	

综上所述,国控天津公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》

的要求采取辐射安全和防护管理措施，在落实各项措施后，可满足管理办法的要求。

3. 与《中国核与辐射安全管理体系（第三层级）》（2020 版）对照情况

本项目拟设置安全防护设施和辐射安全管理制度，与《中国核与辐射安全管理体系（第三层级）》（2020 版）中《乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序（NNSA/HQ-08-JD-IP-006）》、《放射性同位素销售单位监督检查技术程序（NNSA/HQ-08-JD-IP-014）》相关内容对照检查见表 12-8~表 12-9。

表 12-8 与“乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序”对照检查情况

乙级非密封放射性物质操作场所检查内容				国控天津公司情况	是否符合
辐射安全防护设施与运行	场所设施	1	工作场所功能、设置及分区布局	功能齐全、设置及分区布局合理	公司按承诺落实后符合
		2	场所分区的管控措施及标识	出入口设置门禁及电离辐射警告标志	
		3	电离辐射警告标志	拟张贴电离辐射警告标志	
		4	卫生通过间	拟设置	
		5	通风系统完整性及效能	通风系统完整，拟设置活性炭过滤装置	
		6	密封箱室	本项目主要为贮存，不涉及	
		7	屏蔽防护设施	拟设置	
		8	防过热或超压保护	本项目主要为贮存，不涉及	
		9	防止放射性液体操作造成污染的措施	拟设置	
		10	机械手或其它远距离操作工具	本项目主要为贮存，不涉及操作	
		11	火灾报警仪	拟设置	
		12	放射性废水处理系统及标识	拟设置	
		13	放射性物料与成品暂存场所或设施	拟设置	
		14	放射性固体废物暂存场所或设施	拟设置	
		15	安保设施	拟设置	
		16	防火设备、应急出口	拟设置	
监测设备		17	人员出口污染监测仪	拟配备	
		18	固定式辐射监测报警仪	拟配备	
		19	固定式或移动式气溶胶取样监测设备	本项目主要为贮存，不涉及操作	
		20	便携式辐射监测仪	拟配备	

管理制度	防护用品 应急物资	21	个人剂量计	拟配备	
		22	个人剂量报警仪	拟配备	
		23	个人辐射防护用品	拟配备	
		24	去污用品和应急物资	拟配备	
		25	合适的灭火器材	拟配备	
		26	放射性同位素应急容器	拟配备	
	放射性物质 场所管理 监测 人员 应急 三废	1	辐射安全与防护管理大纲	拟制定	
		2	非密封放射性物质的管理规定	拟制定	
		3	物料平衡管理规定	本项目主要为贮存，不涉及操作	
		4	场所分区管理规定	拟制定	
		5	操作规程	拟制定	
		6	安保管理规定	拟制定	
		7	去污操作规程	拟制定	
		8	安全与防护设施等维修与维护制度	拟制定	
		9	监测方案	拟制定	
		10	监测仪表使用与校验管理制度	拟制定	

表 12-9 与“放射性同位素销售单位监督检查技术程序”对照检查情况

放射性同位素销售单位检查内容				国控天津公司情况	是否符合
辐射安全防护设施与运行	放射性同位素暂存场所	1	出入口处电离辐射警告标志	拟设置	公司按承诺落实后符合
		2	双人双“锁”	拟设置	
		3	非法入侵报警装置	拟设置	
		4	监控系统	拟设置	
		5	火灾报警仪	拟设置	
	监测设备	6	便携式监测仪	拟配备	
		7	个人剂量报警仪	拟配备	
		8	个人剂量计	拟配备	
	防护器材	9	满足要求的屏蔽措施	拟设置	
		10	个人防护用品	拟配备	
	应急物资	11	应包括但不限于以下用品：去污用	拟设置	

			品和试剂、应急处理工具、必备的警示标志和标识线、灭火器材等		
管理制度	综合	1	辐射安全管理规定	拟制定	
	销售	2	放射性同位素销售及进出口管理制度	已制定部分制度，本次拟进行完善	
		3	放射性同位素台账管理制度	拟制定	
	贮存、运输和监测	4	暂存场所管理制度	拟制定	
		5	放射性同位素回收、送贮管理制度	拟制定	
		6	监测方案	拟制定	
		7	监测仪表使用与校验管理制度	拟制定	
	人员	8	辐射工作人员培训/再培训管理制度	拟制定	
		9	辐射工作人员个人剂量管理制度	拟制定	
	应急	10	辐射事故应急预案	拟制定	

综上所述，本项目在落实各项安全防护设施和辐射安全管理制度后可符合《中国核与辐射安全管理体系（第三层级）》（2020 版）相关要求。

核技术利用建设项目环保办理手续流程

1. 环保手续流程

根据国家相关法律法规及行政主管部门要求，本项目环保手续包括环境影响评价、辐射安全许可证办理及竣工环保验收三个部分，具体流程如图 12-1 所示，供建设单位参考。建设单位在履行本项目环评手续，取得《辐射安全许可证》后方可开展辐射工作。

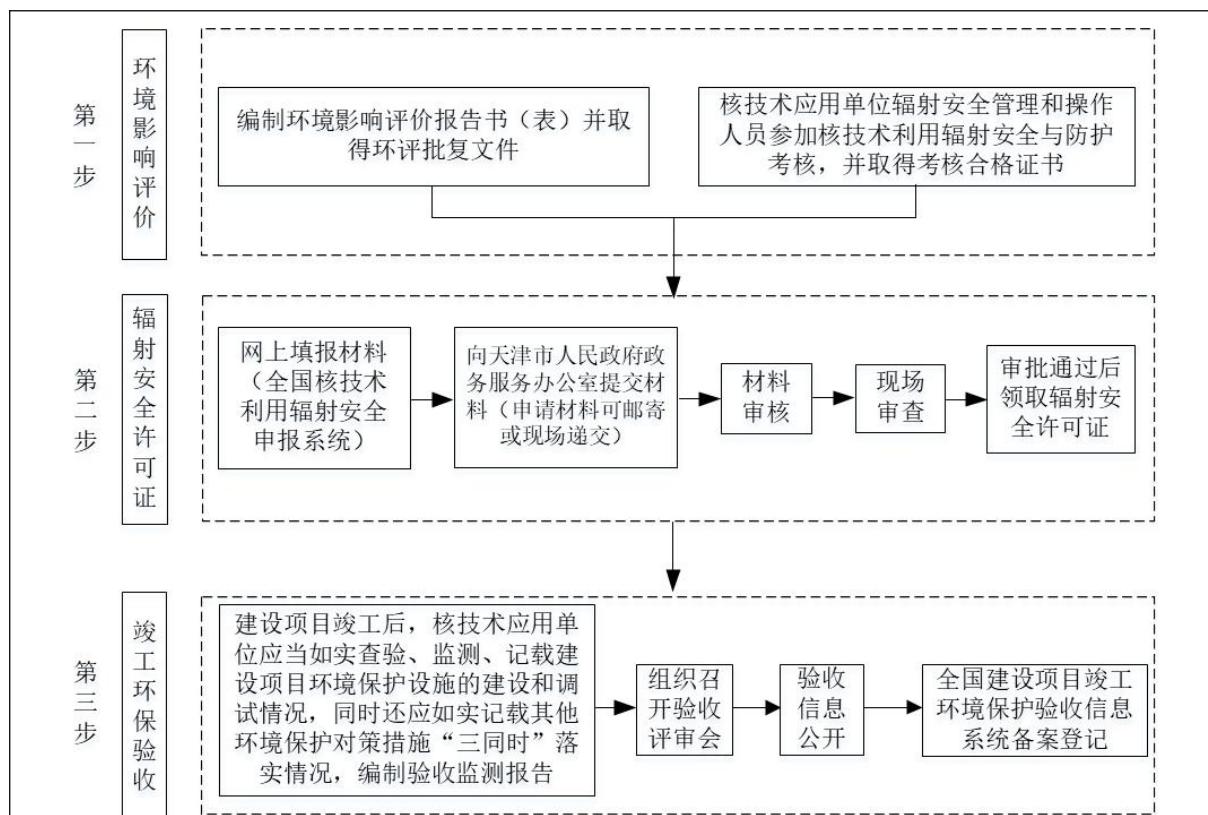


图 12-1 核技术应用项目环保手续办理流程图

2. 竣工环境保护验收

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令第 682 号）第十七条：编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，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，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

验收办法参照《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。建设项目竣工后，建设单位应根据环评文件及审批意见进行自主验收，向社会公开并向环保部门备案。建设项目竣工验收通过后，方可正式投产运行。建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设项目竣工验收通过后，方可正式投产运行。

3. 退役

该项目乙级非密封放射性物质工作场所及相关设施服务期满后，建设单位应办理

相关退役手续，主要包括：

- (1) 源项调查，编制退役方案；
- (2) 办理退役场所的环境影响评价工作；
- (3) 实施退役验收监测、编制退役终态环境保护验收监测报告；
- (4) 办理辐射安全许可证注销或重新申领手续。

表 13 结论与建议

结论
<h3>1. 项目概况</h3> <p>国药控股天津有限公司拟投资 100 万元租赁位于天津市东丽经济技术开发区二纬路 22 号东谷园 4 号楼 104 室的天津星核瑞通科技有限公司西侧工业用房建设“新建乙级非密封放射性物质工作场所（放射性药品仓库）项目”，并将租赁区域改造为放射性药品仓库，用于贮存含有 ^{89}Zr、^{90}Y、$^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{89}Sr、^{72}Se、^{177}Lu、^{131}I、^{125}I、^{68}Ga、^{18}F、^{7}Be、^{223}Ra 共计 12 种核素的放射性药品。非密封放射性物质日等效最大操作（贮存）量为 $1.37\text{E}+09\text{Bq}$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>本项目仅涉及货包贮存，不涉及货包拆包、分装等操作。</p>
<h3>2. 辐射安全与防护设施与措施</h3> <h4>2.1 设施</h4> <p>(1) 放射性药品仓库药品存放间、固废间、废液间等均采取了屏蔽防护设施。</p> <p>(2) 国控天津公司拟为本项目新增配备个人剂量报警仪、X-γ剂量率仪、表面污染检测仪、固定式剂量监测系统，用于例行监测和应急监测。</p>
<h4>2.2 措施</h4> <p>(1) 放射性药品仓库按控制区和监督区进行管理。</p> <p>(2) 放射性药品仓库拟设置门禁系统、防入侵报警装置等安全措施。</p> <p>(3) 拟在药品存放间、固废间、废液间、储源柜、铅垃圾桶表面张贴电离辐射警告标识及中文警示说明。</p> <p>(4) 拟为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，建立个人剂量监测和职业健康检查档案。</p>
<h3>3. 环境影响分析</h3> <h4>(1) 辐射环境影响</h4> <p>根据预测分析，各关注点处的周围剂量当量率均满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)中的要求，即“各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$。”和《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)中的要求，即“控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$。”。</p>

根据预测分析，在采取相应的辐射防护措施后，本项目辐射工作人员和周边公众的受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员的年有效剂量限值 20mSv/a 及关键组公众成员的年有效剂量限值 1mSv/a 的要求，同时符合本报告提出的辐射工作人员年剂量约束值 2mSv/a 和公众剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

（2）放射性废气环境影响

事故状态下产生的放射性废气经活性炭过滤装置处理后高于本建筑物屋顶排放，不会对周边公众产生明显不利影响。

（3）放射性废水环境影响

事故状态下工作人员清洁产生的放射性废水通过专用下水管道通往衰变罐暂存，所含 ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素半衰期小于 24h 的放射性废液，暂存超过 30 天后可直接解控排放，经园区内总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理；所含 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 、 ^{131}I 核素半衰期大于 24h 的放射性废液，进入衰变罐半衰期最长的核素为 ^{125}I ，半衰期为 60.1 天，暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期（约 601 天），经检测达标（总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$ 、碘-131 的放射活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$ ），并经审管部门认可后，经园区总排口进入市政污水管网，最终进入张贵庄污水处理厂进一步处理。

（4）放射性固体废物影响

正常工况下和事故状态下产生的放射性固体废物分类收集在铅垃圾桶内，其中含有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{68}Ga 、 ^{18}F 核素半衰期小于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，含有 ^{89}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{72}Se 、 ^{177}Lu 、 ^{125}I 、 ^{7}Be 、 ^{223}Ra 核素半衰期大于 24h 的放射性固体废物暂存时间超过核素 10 倍最长半衰期，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为危险废物委托有资质的单位处理。

4. 可行性分析

（1）实践的正当性

本项目在充分考虑社会、经济和其他有关因素之后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

(2) 产业政策符合性

本项目主要进行放射性药品贮存，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类和淘汰类，且未涉及《市场准入负面清单（2025 年版）》禁止事项，符合国家相关产业政策。

(3) 选址可行性和布局合理性

放射性药品仓库实体屏蔽边界外 50m 的范围内无学校、居民区、医院、食堂、锅炉房、调压站等环境敏感目标。放射性药品库北侧隔走廊为海纳众为（天津）科技服务有限公司（主要作为仓库使用，出货时有人员办公），西侧为 105 室闲置房间，南侧为园区道路，东侧为天津星核瑞通科技有限公司，楼上为 204 室闲置房间，无地下建筑。放射性药品仓库未毗邻食堂等人员密集区。

放射性药品存放在药品存放间内，工作人员由东侧卫生通过间进入药品存放间，货包和工作人员进出口处均拟设置门禁系统，控制无关人员进入辐射工作场所，避免公众受到不必要的照射。因此，从辐射防护角度，放射性药品仓库总体平面布局合理。

5. 辐射安全管理

国控天津公司已设置专职辐射防护负责人组负责辐射安全与环境保护管理，已建立并制定辐射安全管理规章制度，已制订应急处理预案，本项目建成后将建立辐射安全与环境保护管理领导小组，新增部分规章制度，并对现有规章制度进行修改完善；拟组织辐射工作人员均参加核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗；拟配备 X- γ 剂量率仪、表面污染仪、个人剂量报警仪等辐射测量仪器设备。

6. 结论

综上所述，在落实各项辐射防护和环保措施，加强环境管理的情况下，国药控股天津有限公司将具备从事本项目辐射工作的技术能力。因此，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设具有环境可行性。

建议和承诺

1. 建议

（1）项目建设过程中，严格执行项目基本建设程序和“三同时”制度，对重点工程做到精心设计和施工，确保工程质量和发挥设施的功能。

（2）根据国家有关辐射环境管理法律法规及标准规范要求，健全完善各项规章制度，严格执行操作规程，落实各项辐射安全和防护措施。

2. 承诺

- (1) 配备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划；
- (2) 本项目取得《辐射安全许可证》后方可开展辐射工作；
- (3) 建设项目竣工后，按照《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。
- (4) 加强辐射安全与防护管理，接受各级生态环境主管部门的监督检查。

表 14 审批

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